



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO PROVOZU KRYCÍCH PLECHŮ V PODNIKU ISOTRA

PROPOSAL FOR THE INCREASED EFFECTIVENESS OF PRODUCTION
OPERATION OF SHEET METAL COVERS AT ISOTRA COMPANY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Lukáš Hykel

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Roman Kubík, Ph.D.

Místo tohoto listu bude vloženo zadání (oboustranně). Zadání musí být vevázáno v obou vyhotoveních práce. Do druhého výtisku bude vložena kopie.

Tento list není třeba tisknut!

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá optimalizací výrobní linky krycích plechů pro externí žaluzie. Cílem této práce je navrhnout vhodnou investici do linky, pro její rozšíření kapacit a také snížení rizik ve formě kooperací. Pro dosažení cíle byly sepsány dvě varianty řešení, kde kombinací těchto dvou variant došlo k optimální investici s ohledem na rozšíření kapacit, snížení rizika a dosažení dobré návratnosti celé investice. V závěru práce jsou pak rozepsány jednotlivé ceny konkrétních položek i roční zisk z nově vzniklé technologie vodního paprsku.

Klíčová slova

optimalizace, vodní paprsek, statické výpočty, investice, návratnost

ABSTRACT

The thesis deals with the optimization of production lines cover sheets for external blinds. The aim of this work is to propose appropriate investment in line for expansion of capacity and the reduction of risks in the form of cooperation. To achieve the objective I propose two alternative solutions. Combination of these two variants has been optimized with regard to investment in capacity expansion, reduce risk and achieve a fast return on investment. The conclusion describes the individual prices of investment items and annual profit from the newly formed water jet technology.

Key words

optimization, water jet, structural analysis, investment return

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HYKEL, L. *Návrh zefektivnění výrobního provozu krycích plechů v podniku ISOTRA*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 88 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Roman Kubík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma **Návrh zefektivnění výrobního provozu krycích plechů v podniku ISOTRA** vypracoval(a) samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Bc. Lukáš Hykel

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Romanu Kubíkovi, Ph.D. z VUT v Brně za odborné vedení a poskytování důležitých rad a připomínek při zpracování diplomové práce. Dále vedoucímu vývoje a konstrukce i vedoucímu nástrojárny z firmy ISOTRA a.s. za konzultace a cenné připomínky z praxe. Samozřejmě bych chtěl poděkovat svým rodičům, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH	7
Úvod.....	10
1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY	11
1.1 Optimalizace	11
1.1.1 Logistika	11
1.1.2 Logistické cíle	12
1.1.3 Materiálový tok.....	12
1.1.4 Analýza materiálových toků	14
1.1.5 Metoda ABC.....	15
1.1.6 Tři základní skupiny	16
1.1.7 Šachovnicová tabulka	16
1.1.8 Sankeyův diagram	17
1.2 Představení firmy.....	18
1.2.1 Historie a současnost.....	18
1.2.2 Směr vývoje	18
1.2.3 Výrobní program	19
1.2.4 Nástrojárna	22
1.2.5 Vlastní technologie.....	23
1.2.6 Výroba komponentů.....	24
1.2.7 Technologie lisování plechových dílů.....	24
2 SOUČASNÝ STAV	25
2.1 Hala A.....	25
2.1.1 Určení kapacity regálu na základě jeho nosnosti	28
2.1.2 Stříhačka.....	29
2.1.3 Ohýbací stroj RAS.....	30
2.1.4 Ohýbací stroj HACO.....	30
2.2 Hala B.....	33
2.3 Hala C.....	35
2.3.1 Tryskání	37
2.3.2 Práškové kabiny.....	38
2.3.3 Elektrické pece.....	39

2.4 Hala D.....	40
2.4.1 Decoral.....	42
3 STANOVENÍ PŘEDSTAVITELŮ VÝROBNÍHO PROGRAMU	43
4 CÍLE OPTIMALIZACE.....	45
4.1 NÁVRH VARIANT	45
4.2 VARIANTA 1.....	45
4.2.1 Nový LAY OUT pro halu A	46
4.2.2 Zavedení vodního paprsku do firmy	46
4.2.3 Návrh manipulační a skladovací techniky	49
4.2.4 Statický výpočet	52
4.2.5 Přidání jedné dopravní tyče pro druhou lakovací stanici	55
4.2.6 Rozšíření plochy pro chladnutí a balení komponentů krycích plechů ...	55
4.2.7 Vyřešení problémů závěsných háčků pro lakování a pálení	57
4.3 VARIANTA 2.....	58
4.3.1 Nový LAY OUT pro halu A	58
4.3.2 Zavedení vodního paprsku do firmy	59
4.3.3 Návrh manipulační a skladovací techniky	61
4.3.4 Návrh nového uspořádání věšení komponentů na dopravníky po tryskání	65
4.3.5 Nové uspořádání pracoviště balení.....	66
4.3.6 Repasy vozíků pro manipulaci mezi halami	67
4.3.7 Vyřešení problémů závěsných háčků pro lakování a pálení	68
5 VÝBĚR VHODNÉ VARIANTY.....	70
5.1 Lay out pro halu A	70
5.2 Vodní paprsek	71
5.3 Návrh manipulační a skladovací techniky.....	73
5.4 Návrh nového uspořádání věšení komponentů na dopravníky po tryskání ..	77
5.5 Rozšíření plochy pro chladnutí a balení komponentů	77
5.6 Repasy vozíků pro manipulaci mezi halami.....	79
5.7 Vyřešení problémů závěsných háčků pro lakování a pálení	79
6 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉ VARIANTY	80
6.1 Celková cena investice	80
6.2 Celková roční úspora včetně nově vzniklých zisků.....	81
6.2.1 Celková platba za háčky	81
6.2.2 Pronájem vodního paprsku	81
6.3 Doba návratnosti	82

7 DISKUZE.....	83
ZÁVĚR	84
ODKAZY	85
SEZNAM ZKRATEK.....	87
PŘÍLOHY	88

ÚVOD

Optimalizace výrobních linek, hal či závodů je vždy komplexním řešením problémů. Zahrnuje technologické řešení, tvůrčí činnost v podobě konstrukce při navrhování nových věcí, ale i konečné ekonomické zhodnocení dané investice s ohledem na její využití a návratnost. K tomu je potřeba mít přehled nejen z jedné části studia, ale dokázat komplexně propojit nabyté znalosti získané studiem mého oboru.

Tato diplomová práce se konkrétně zabývá linkou krycích plechů, která je díky staré zástavbě rozdělena mezi čtyři menší haly, kde i tak není mnoho prostoru. Stěžejní částí této práce je pak implementace vodního paprsku do linky včetně návrhu meziskladu.

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

1.1 Optimalizace

Optimalizace je proces, který se skládá s mnoha podprocesů. Výsledkem by mělo být zlepšení zkoumaného jevu. Optimalizace není jen strohá analýza matematických dat, podle kterých zlepšujeme daný proces. Optimalizace nás posunuje dopředu. Člověk má v genech optimalizaci zakódovanou. Chce být lepší než včerejší den. Stejně to funguje u všech procesů včetně optimalizované linky krycích plechů v této diplomové práci.

1.1.1 Logistika

Slovo „Logistika“ vzniklo na začátku 19. století v době napoleonských válek, kde jeho význam znamenal souhrn zásob munice, jídla a žoldu do předsunutých vojenských táborů. Později byli vyčleněni na logistiku důstojníci, jež měli ve druhé světové válce zajistit přísun materiálu armádě.

Historickým vývojem trhu a potřeb se zaměřením na zákazníka postupem času začala vznikat oblast, která se zabývala šetřením nákladů, jenž přímo nesouvisí s výrobou. Takto se začala formulovat oblast, která je známá nyní pod pojmem Logistika. Logistika přitom jako taková nemá své přímé představitele charakterizující její oblast, nicméně přesto se setkáváme s mnohými definicemi logistiky. Existuje mnoho sdružení, které se logistikou zabývají i mnoho firem, které mají logistiku jako svou majoritní činnost. Většina těchto odborníků pochází z ekonomického, vzdělávacího nebo technického sektoru. Mezi nejznámější sdružení patří RPŘL ve Spojených státech amerických, IPŘL ve Spojeném království, TUL v Německu a další sdružení v ostatních zemích.

Definic, na téma logistika, bychom zcela jistě našli hodně. Důležitou myšlenkou vyplývající z těchto definic je ta, že nemůže docházet k toku produktů v dodavatelském řetězci, pokud nedochází k toku informací

ve zprostředkovatelském řetězci. Základem logistiky je především tok informací. Bez nich nelze řídit toky hmotné. Vždy potřebujeme tu danou informaci, kde se daný produkt nachází. Mezi nástroje logistiky patří například JIT, Kanban, řízení zásob, plánování, optimalizace a další. Díky těmto nástrojům se stává logistika nedílnou součástí každé firmy. Výsledkem logistiky by mělo být nejvýhodnější uspořádání hmotných i nehmotných prostředků při co nejnižších nákladech a nejvyšší úspoře času.

Logistiku lze členit do mnoha kategorií podle výroby, skladování, dopravy a dalších částí. Pro tuto práci je pak nutné se zaměřit na výrobní logistiku, která zahrnuje:

- nákup materiálu od dodavatele,
- tok materiálu uvnitř i mimo firmu,
- skladování ve skladech a meziskladech.

1.1.2 Logistické cíle

Jak vyplývá z definic logistiky, mezi hlavní cíle optimalizace patří snižování logistických nákladů při zajištění určitého stupně kvality výrobků, za přiměřený čas a spolehlivost. Optimalizace výrobních nákladů bychom měli provádět u dvou hlavních impulzů. První je při ověření přínosu nové logistické varianty, která byla předložena jako nutná změna k dosažení určitého cíle firmy. Druhým impulzem může být změna dodavatele, změna ceny pohonných hmot, dálničních poplatků a také změna legislativy, která by přímo ovlivňovala sféru působení dané firmy.

1.1.3 Materiálový tok

Materiálový tok je přesun daného materiálu, který cíleně řídíme na dané trase. Ideální trasou materiálového toku je nejkratší cesta, tedy přímka. Kromě samotné trasy materiálu pak určujeme jak a jakými prostředky (ať už dopravními pásy, posuvnými regály, nákladními auty, manipulačními jeřáby, nebo vysokozdvíhými

vozíky) bude materiál po dané trase přesouván. Mezi základní manipulační prostředky můžeme zařadit:

- dopravními pásy,
- posuvné regály/ vozíky,
- manipulačními jeřáby,
- vysokozdvíhnými vozíky,
- celkově dopravou,
- samotný přesun výrobku operátorem a další.

Při stanovení optimální trasy všeobecného toku, je nutné počítat s délkou trasy, časovým plánem, ale i s cenou manipulace. Jakákoli manipulace navíc pak znamená zdržení výrobního cyklu, prodražení výroby a prodloužení dodací lhůty, která může vést až ke ztrátě zákazníka. Proto je nutné se dívat na materiálový tok, jako na oblast neustálých optimalizačních procesů.

Zjednodušené schéma materiálového toku



Obr. 1.1 Zjednodušené schéma materiálového toku

Kružnice jsou představiteli technologických operací jako například:

- broušení,
- svařování,
- lisování,
- lakování,
- ohýbání,
- také čas pro zrání (například sýrů, vín, whisky..) a dalších.

Trojúhelníky představují skladování polotovarů a výrobků do meziskladů a skladů, které již neplní žádnou technologickou operaci. V rámci štíhlé výroby nastupuje

trend docílení zrušení meziskladových zásob. Tím si neblokujeme finance v podobě polotovarů a neplatíme za jejich skladování. Ke skladování dochází v tu chvíli, kdy nedokážeme sladit dvě mezi sebou následující operace. Například jedna linka jede na tři směny, kdežto linka následující vlivem nižšího času cyklu pouze na dvě směny. Dále pak dochází ke skladování, kdy si nemůžeme dovolit prostoje. Proto vznikají minimální pojistné zásoby, které nám na určitou dobu (dle jejich velikosti) zastoupí výpadek systému. Jak jsem již zmínil, mnohdy je skladování vlastní technologickou operací, tudíž ji řadíme mezi technologické operace, i když fyzicky se jedná o sklad.

1.1.4 Analýza materiálových toků

Při manipulaci s materiálem je nutné stanovit určitá pravidla. Přesun materiálu jako takový je hlavní prvek jakékoli výrobní linky. Tudíž je nutné se na něho zaměřit, počítat s ním a optimalizovat. Pro pohyb materiálu po lince platí všeobecná pravidla, která jsou dále specifikovaná a jejich použití nám šetří nejen čas, ale i peníze.

První pravidlo je dle mého názoru nejdůležitější. Toto pravidlo je jakési nadpravidlo ostatních. Dodržovat by se mělo na linkách výrobních hal minimálně toto pravidlo. Jde o přímé a nejkratší dopravní cesty. U přesunu materiálu je ideální pokud je daná linka kontinuální a stanoviště mají od sebe ideální vzdálenost. Tím myšleno co nejkratší přesun materiálu, ale ne za cenu nedostatku pracovního prostoru nebo porušování BOZP.

Druhé pravidlo je neméně důležité, ačkoli jak bylo již zmíněno, jsou tyto pravidla jen rozepsáním prvního pravidla do detailnější podoby. Měli bychom tedy nejen zkrátit cesty mezi jednotlivými úseky linky, ale také snížit zbytečnou manipulaci s materiálem. Proto je nejen důležité sledovat dráhu manipulace, ale také i samotný způsob manipulace.

Třetím pravidlem lze popsat takt a rytmičnost manipulace. Přesun materiálu by měl být řízený, pokud je to možné, stejný. Je důležité navrhnout optimální manipulační prostředky s ohledem na jejich údržbu, manipulaci a typizaci. Typizace je důležitá z pohledu zaškolení operátorů. Jsou vhodné minimální rozdíly jednotlivých manipulačních zařízení a jejich použití.

V neposlední řadě je pak nejvyšším standardem manipulace plně automatická, kdy nedochází k namáhání operátora těžkými břemeny, nebo lehčí opakovatelnou manipulací. Pro manipulaci s materiálem je proto vždy na začátku nutné udělat analýzu dané operace, ze které navíc vyplynou rizika a možné nebezpečí úrazu.

1.1.5 Metoda ABC

Tato metoda vznikla na základě zisku z výroby daných dílů. Kdy při standardním rozdělení 20%: 80% nám 20% výrobků zajišťuje 80% tržeb dané firmy. ABC analýza se používá také při rozboru výrobních kapacit, kde sledovaným parametrem není obrát, ale množství jednotlivých kusů vyrobených v dané firmě. Základem metody ABC je Paretova analýza, kterou můžeme formulovat při vztahování na sortiment výrobků, jako 20% všech typů výrobků nám zajišťuje 80% celkové kapacity výrobní linky. Nebo také, že 20% položek z celkového sortimentu tvoří 80% celkového obrátu firmy. Proto je nutné se při optimalizaci dívat i na zastoupení jednotlivých druhů co se týče jejich četnosti ve výrobě. A posléze pokud máme dva jasné představitele, které nám tvoří kolem 80% kapacit výroby, budeme optimalizovat linku právě pro tyto dva představitele. Poměr 20%: 80% je pouze doporučený. Záleží pouze na nás jestli si tento poměr upravíme dle vlastních požadavků na konkrétní řešení. Například pokud víme, že prosperitu firmy nám zajistí 90% kapacit, pak upravíme poměr na 10%: 90%.

V procesu při kterém nedojde nikdy k situaci, kdy všechny položky procesu mají stejnou váhu pro firmu je účelné rozdělit tyto položky do jednotlivých skupin dle důležitosti. Rozdělení může probíhat na základě zisků z jednoho kusu daného typu výrobku, nebo také na základě počtu vyrobených kusů jednotlivých typů.

1.1.6 Tři základní skupiny

Skupina A

Patří zde stěžejní výrobky procesu. Zahrnujeme zde položky, které nám tvoří největší podíl zisku firmy. Těmto položkám je tedy nutné dávat velkou pozornost co se týče jejich výroby, kvality, nákupu materiálu a dalších faktorů. U těchto položek je vhodné zvýšit dodávkové cykly a tak snížit velikosti skladů, které nám zaujímají.

Skupina B

Tyto výrobky mají téměř shodný poměr mezi procentuálním zastoupením ve výrobě a jejich zisků. Zde je možné tyto výrobky skladovat ve větších počtech s delšími dodávkovými cykly

Skupina C

Tady patří nevýznamné výrobky, které mají minimální vliv na obrát ve firmě. I přesto je jim nutné vyčlenit určitou pozornost. A to v případech kdy se jedná o konkurenceschopnost, image firmy apod.

1.1.7 Šachovnicová tabulka

Šachovnicová tabulka a metoda souřadnic patří mezi rozmisťovací metody. Slouží jako analýza vztahů mezi jednotlivými objekty, popřípadě mezi pracovišti. Šachovnicová tabulka nemá žádné předepsané vlastnosti vzhledu, funkcí apod. Proto se vždy dá modifikovat na konkrétní situaci firmy. Jejím výsledkem je matematické řešení v podobě tabulky „odkud/ kam“. Tyto metody, jak název napovídá, se zabývají rozmístěním pracovišť na linkách takovým způsobem, aby došlo k optimálnímu rozmístění pracovišť s co nejkratší dráhou hmotného toku, ale ne za cenu komplikace pracovního úkonu. Tyto metody se snaží snižovat

náklady na manipulaci a také čas potřebný k provedení daného přesunu materiálu na lince. Tato metoda se používá při rozmísťování pracovišť v předem daném prostoru, ve kterém zkoumáme vazby jednotlivých pracovišť.

Šachovnicová tabulka slouží ke zjištění pohybu materiálu mezi jednotlivými pracovišti na lince. Do šachovnicové tabulky se nejčastěji řadí data v tunách popřípadě v kusech. V této diplomové práci jsem využil v šachovnicové tabulce hodnoty zachycující daný proces v kusech, jelikož se jedná o část linky, kde se plechy stříhají a ohýbají a velikost plechu na pracnost operace je zanedbatelná vzhledem k tomu, že stroj musí provést daný ohyb. V této tabulce zjistíme závislost jednotlivých pracovišť mezi sebou. Ze zjištěné závislosti dostaneme počty kusů, které projdou mezi jednotlivými pracovišti, ze kterých vycházíme při vytváření lay outu.

1.1.8 Sankeyův diagram

Jedná se o řešení materiálového toku, které znázorňuje úbytek materiálu při průchodu linkou. Tyto ztráty jsou znázorněny procentuálním vyjádřením. Dále se pak Sankeyův diagram využívá jako grafické zobrazení toku materiálu mezi jednotlivými pracovišti a základě šachovnicové tabulky. Výsledkem takového diagramu pak není optimální rozvržení pracovišť, ale kontrola rozmístěných pracovišť na základě šachovnicové tabulky. Lépe si pak dokážeme představit tok materiálu. Navíc díky poměrnému vyjádření na grafickém schématu pomocí poměrných tloušťek šipek, lze dobře vidět nejen toky mezi jednotlivými pracovišti, ale i jejich objemy. Sankeyův diagram lze použít všude, kde dochází k nějakému toku materiálu. Pomáhá nám vizuálně zobrazit matematicky zjištěná data toků materiálů.

1.2 Představení firmy

Tato diplomová práce je návrhem na optimalizaci výrobní linky krycích plechů, které jsou součástí externích žaluzií. Poptávka po externích žaluziích se neustále zvyšuje. Z tohoto důvodu vznikl návrh na tuto optimalizaci.

1.2.1 Historie a současnost

Společnost ISOTRA a.s. byla původně založena dvěma společníky jako společnost s ručením omezeným v Bolaticích v roce 1992. Prvotní směr společnosti byl velkoobchod s těsněním do klasických dřevěných oken včetně samotné montáže. Z toho poté vznikl název ISOTRA. Izolace (isolation)- ISO, a obchod (trade)- TRA. V tomto období začal nárůst poptávky po interiérových žaluziích, a tak v roce 1993 došlo k rozšíření o jejich montáže a později i o vlastní výrobu. Samotná každodenní výroba a montáž těchto žaluzií vedla k odhalování jejich nedostatků a neustálá snaha o zdokonalení žaluzií vedla v roce 1995 k výrobě vlastních součástí k žaluziím i ostatním výrobkům stínící techniky.

1.2.2 Směr vývoje

Tato neustálá snaha zlepšování vlastních produktů, vývoji nových komponent a hledání nových výrobních technologií dovedla společnost ISOTRA a.s. k dnešní podobě. ISOTRA a.s. disponuje vlastním vývojem a konstrukcí, projekční kanceláří, moderní nástrojárnou, lisovnou termoplastů a rozsáhlými výrobními provozy.

Díky kvalitnímu technickému zázemí a odbornosti svých zaměstnanců dokázala ISOTRA vypracovat komplexní technologii, vypracované postupy s vlastním vývojem a výzkumem a to nejen v designu a konstrukce, ale i v úspoře energie. Díky svému neustálému vývoji zlepšování vlastních postupů se ISOTRA dostala mezi přední výrobce stínící techniky, a to i ve světě. Jejich úspěchy potvrzuje

nespočet užitných vzorů a vlastních patentů včetně dvou světových patentů v oblasti technického řešení žaluzií.

Ve společnosti pracuje nyní 400 zaměstnanců, kteří se podílejí na chodu firmy. ISOTRA exportuje do bezmála 30 zemí světa. Od roku 2000 se pravidelně co tři roky účastní největšího světového veletrhu stínící techniky R+T ve Stuttgartu, na kterém pravidelně představuje nová technologická řešení výroby či montáže žaluzií.

ISOTRA je synonymem více než dvacetileté tradice, spolehlivosti, nevyčísitelné investice do vývoje, použití výhradně kvalitních materiálů, technické a technologické vyspělosti, kvalitní a spolehlivou práci stovek zaměstnanců mnoha dalších parametrů. Vizí společnosti ISOTRA je tedy „Spolehlivost bez kompromisů“ a hlavními hodnotami společnosti jsou:

- Inovativnost
- Spokojený zákazník
- Odbornost
- TRAdice.

Jak je vidět z prvních písmen těchto hodnot, je opět logo společnosti ISOTRA.

Dosažené certifikáty kvality:

- Certifikát ČSN ISO 14001:2005
- Certifikát ČSN EN ISO 9001:2009

Dosažené certifikáty strojů:

- Certifikát TPL v6 nv.č.17/ 2003 Sb.
- Certifikát TPL v6 nv.č.616/ 2006 Sb.
- Certifikát TPL v6 nv.č.176/ 2008 Sb.

1.2.3 Výrobní program

ISOTRA nabízí velice rozsáhlou nabídku zákazníkovi. Díky možnosti širokého výběru technického provedení a také paletě designů a barev RAL dokáže firma

vyjít vstřícně téměř jakékoli zakázce. A pokud by ani to nestačilo, je možné si na zakázku objednat A-typy. Výrobky bychom mohli rozčlenit do dvou sekvencí:

- exteriérové,
- interiérové,

Exteriérové produkty

- Žaluzie
 - jsou hlavním výrobním produktem ISOTRY. Zde patří i řešené krycí plechy.



Obr. 1.2 Žaluzie CETTA 80 [8]

- Sítě proti hmyzu
- Markýzy



Obr. 1.3 Markýza [8]



Obr. 1.4 Košová markýzy [8]

- Screeny a předokenní rolety
 - zde také patří řešené krycí plechy a schránky



Obr. 1.5 Screeny [8]

Interiérové produkty

Interiérové výrobky svou různorodostí a všestranností najdou uplatnění téměř v každém interiéru.

- Žaluzie



Obr. 1.6 Žaluzie [8]

- Japonské stěny



Obr. 1.7 Japonská stěna [8]

- Rolety, Plissé



Obr. 1.8 Roleta [8]



Obr. 1.9 Plissé [8]

1.2.4 Nástrojárna

Vybavení optimalizované linky

- Obrábění - Featurecam, Powermill
- Modelování - Solidworks
- Konstrukce - Solidworks a Autocad
- Ohybání
- Stříhání

Díky vlastnímu oddělení konstrukce je schopna zpracovat kompletní výkresovou dokumentaci pro zabezpečení výroby. Konstrukce je hlavně používána k vlastním účelům vývoje a výzkumu, ale nabízí i mnoho služeb pro zákazníka.

Nabízí sériovou a kusovou výrubu v oblasti:

- frézovacích centrech (5osé, 3osé ...)
- vstřikovacích forem na plasty,
- střížných a lisovacích nástrojů,
- jednoúčelových stříhadel
- kovárenského nářadí (zápustky, kovací vložky, ostříhy)
- speciálních přípravků a měřidel,
- válcovacích tratí tenkostěnných profilů

- dělového vrtání na horizontálních vyvrtávačkách,
- elektroerozivní obrábění (drátovky, hloubičky)



Obr. 1.10 Hloubení elektroerozivně [9]

1.2.5 Vlastní technologie

Zázemí kvalitního vývoje, konstrukce, nástrojárny a vlastních komponent schopných si vyrobit, dává možnosti výroby nejen stínící techniky. ISOTRA není zaměřena pouze na svoje výrobky, ale i na výrobu vlastních komponent, profilovacích tratí, válcovacích tratí, střížen a celkových technologických úseků pro výrobu stínící techniky.



Obr. 1.11 Válcovací trať [9]

1.2.6 Výroba komponentů

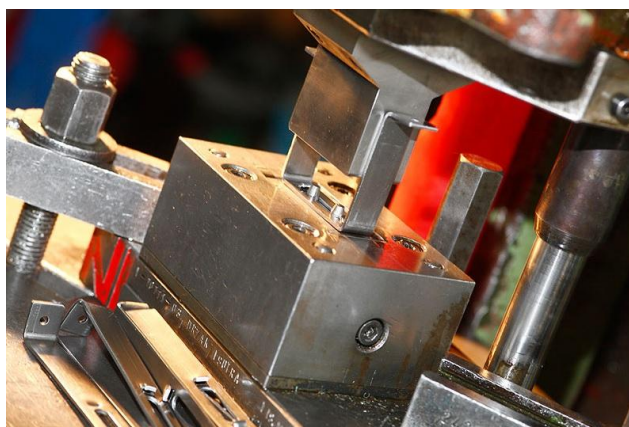
Důležitým prvkem ve výrobě jsou hliníkové a plechové komponenty, které slouží jako konstrukce, schráně i upínače pro žaluzie. Mezi ně patří také krycí plechy pro exteriérové žaluzie a rolety, jejichž linka se stala předmětem této diplomové práce. Mezi další patří výroba plastových komponent a výlisků, které tvoří převážnou část výroby pro vlastní potřebu. Patří mezi ně například úchytky, vodící jezdce případně úchyty pro řetízky. Zbytek volných kapacit slouží pro výrobu zákazníkům ze strojírenství i elektroprůmyslu. Neméně důležitá je vlastní prášková lakovna, která je součástí linky krycích plechů. Ta slouží pro komaxitování hliníkových profilů, plechů a dílů v mnoha barvách RALu pro výrobu vlastních žaluzií popřípadě na zakázku.

1.2.7 Technologie lisování plechových dílů

Ke strojnímu vybavení společnosti ISOTRA patří několik excentrických lisů o lisovací síle (10 – 100) t, na nichž se pomocí střížných nástrojů zhotovují kovové komponenty k žaluziím, řešené krycí plechy a dále pak komponenty ke krycím plechům, spojky žebříčků, věšáky žaluzií, vodící lišty a díly z hliníkových polotovarů.

Finální výrobky lisovny plechových dílů

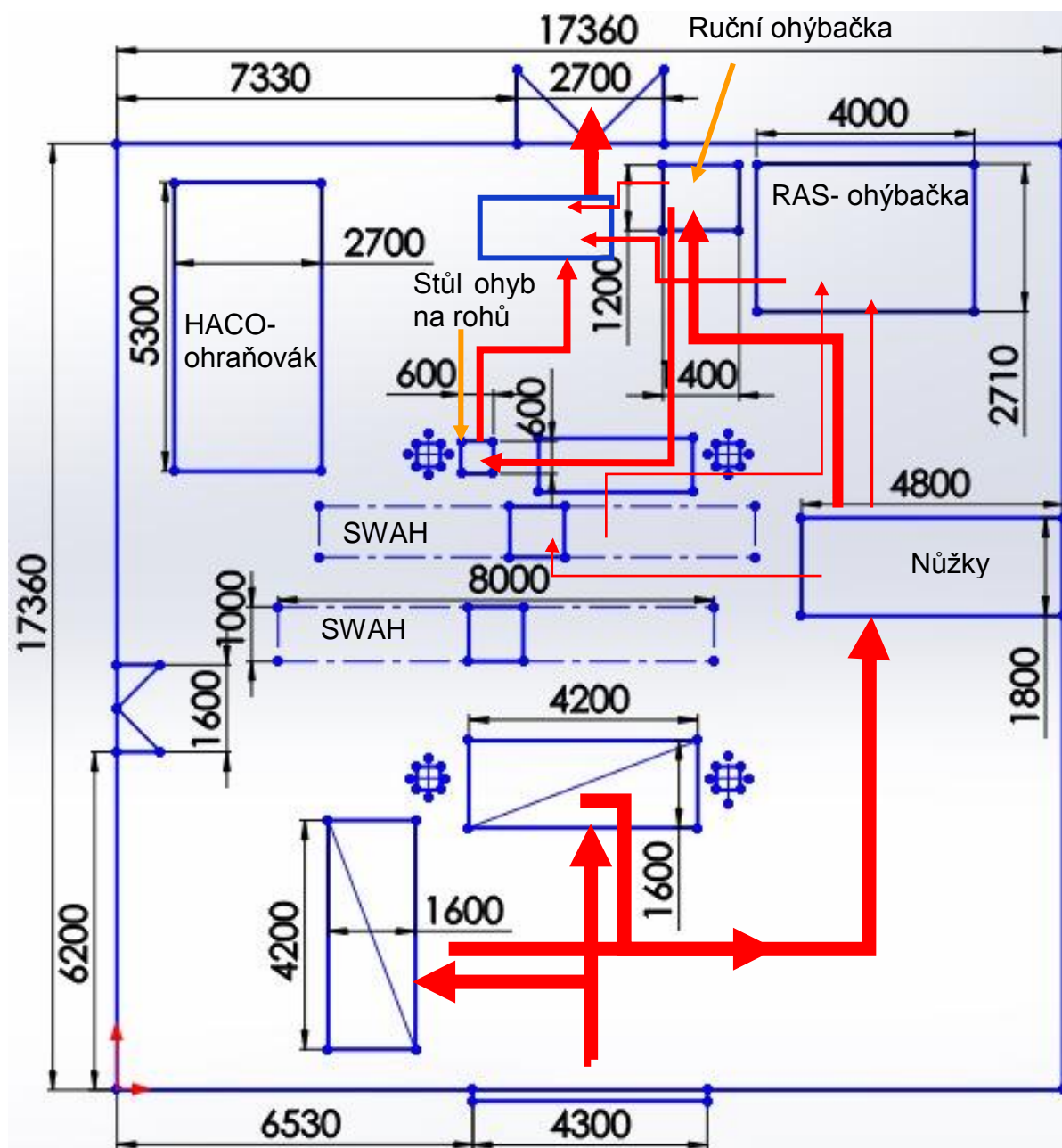
- plechové komponenty pro výrobu žaluzií
- Al komponenty



Obr. 1.12 Lisovací stroj [10]

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Hala A



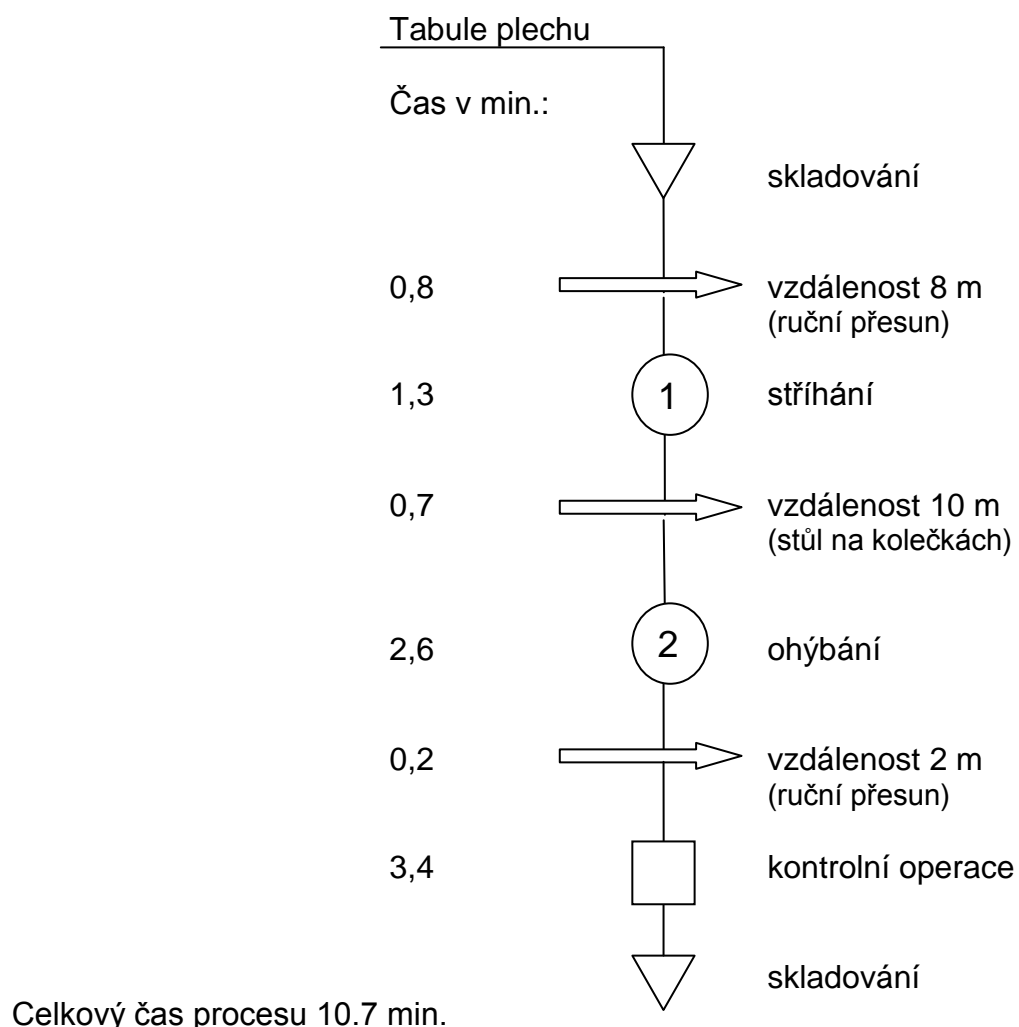
Obr. 2.1 Stávající schéma haly A se Sankeyovým diagramem.

Tab. 2.1 Šachovnicová tabulka (dle počtu kusů).

odkud/ kam	Vstup	Regál	Nůžky	SWAH	RAS	Ruční ohýbačka	Stůl na ohyb rohů	Vozík	Výstup
Vstup		58712	0	0	0	0	0	0	0
Regál	0		58712	0	0	0	0	0	0
Nůžky	0	0		6524	13047	39141	0	0	0
SWAH	0	0	0		6524	0	0	0	0
RAS	0	0	0	0		0	0	19571	0
Ruční ohýbačka	0	0	0	0	0		26093	13048	0
Stůl na ohyb rohů	0	0	0	0	0	0		26093	0
Vozík	0	0	0	0	0	0	0		58712
Výstup	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tab. 2.2 Šířka šipek závislá na množství.

Množství [ks]	Tloušťka [bodů]
58 712	6
39 141	4,5
26 093	3
19 571	2,25
13 048	1,5
6 524	1



Celkový proces výroby krycích plechů začíná v hale A se stříhačkou a dvěma ohýbačkami, přičemž se nyní používá pouze jedna. Nejprve se navezou z jedné strany haly tabule plechů do policových regálů.

2.1.1 Určení kapacity regálu na základě jeho nosnosti

Regál (2600 x 1400) mm



Obr. 2.2 Menší regály 2500 x 1500 mm.

Kapacita regálů

$$\text{Počet plechů} = \frac{\text{celková nosnost regálu} \times \text{stávající počet regálů}}{\text{průměr váhy jedné tabule}} = [ks] \quad 1$$

$$\text{Počet plechů} = \frac{6\,000 \times 2}{15,1875}$$

$$\text{Počet plechů} = 790 \text{ ks}$$

Regál (4200 x 1600) mm



Obr. 2.3 Větší regál 4200 x 1600 mm.

Kapacita regálu

$$\text{Počet plechů} = \frac{\text{celková nosnost regálu}}{\text{průměr váhy jedné tabule}} = [\text{ks}] \quad 2$$

$$\text{Počet plechů} = \frac{9800}{24,3}$$

$$\text{Počet plechů} = 403 \text{ ks}$$

Z policového regálu vždy dva operátoři vezmou tabuli plechu, kterou přemístí na stříhačku. Na stříhačce se tabule rozdělí na požadovaný rozměr. Následně se ve stříženém plech udělají technologické dírky.

2.1.2 Stříhačka



Obr. 2.4 Nůžky na plech.

Poté je střížený plech přemístěn na ohýbačku, kde je ohnut do požadovaného tvaru. Portfolio tvaru je v příloze 3.

2.1.3 Ohýbací stroj RAS



Obr. 2.5 Ohýbací stroj RAS.

Tab. 2.3 Ohýbací stroj plechu RAS 74.25 1997.

Maximální délka ohybu	1 260 mm
Maximální tloušťka ohýbaného plechu (normální oceli)	4,5 mm
Maximální rychlost horního nosníku	200 mm/s
Příkon	7.5 kW
Výška stroje	2 350 mm
Délka stroje	3 910 mm
Šířka stroje	2 750 mm
Hmotnost stroje	5,3 t

2.1.4 Ohýbací stroj HACO- NEPOUŽÍVANÁ



Obr. 2.6 Ohýbací stroj HACO.

Tab. 2.4 HACO Pressmaster.

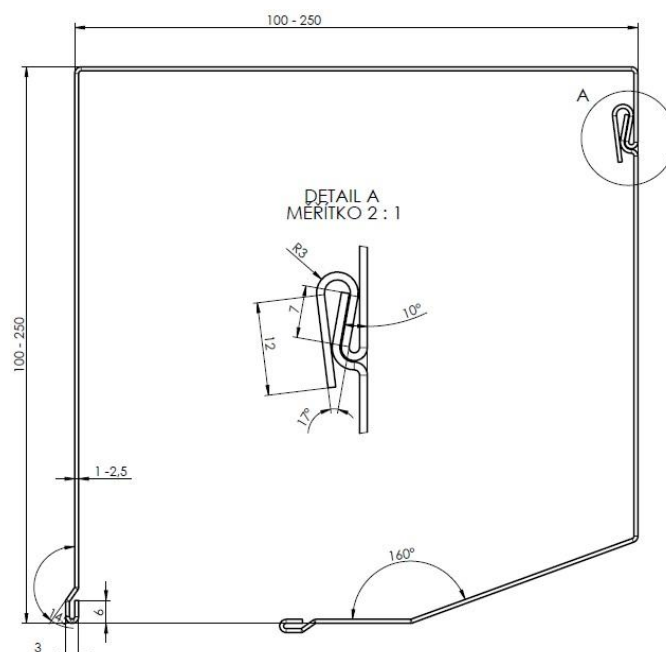
FastBEND-2D Premium Graphic Control	
Optické Ochranné systémy	
Měření úhlů System ALFA / F a AST	
Tlačná rychlost	200 mm/s
Návratná rychlost	170 mm/s
Zdvih osy X	800 mm
Rychlost osy X	1 000 mm/s

Následně krycí plech operátor protáhne strojem SWAH. Tento stroj je zcela mechanického charakteru. Plech se okrajem vloží do stroje a postupným tažením se okraj plechu ohne do technologického zámku. Díky tomuto žlábků je jednoduchá montáž/ demontáž krycího plechu v případě potřeby.

2.1.5 SWAH



Obr. 2.7 Stroj SWAH.

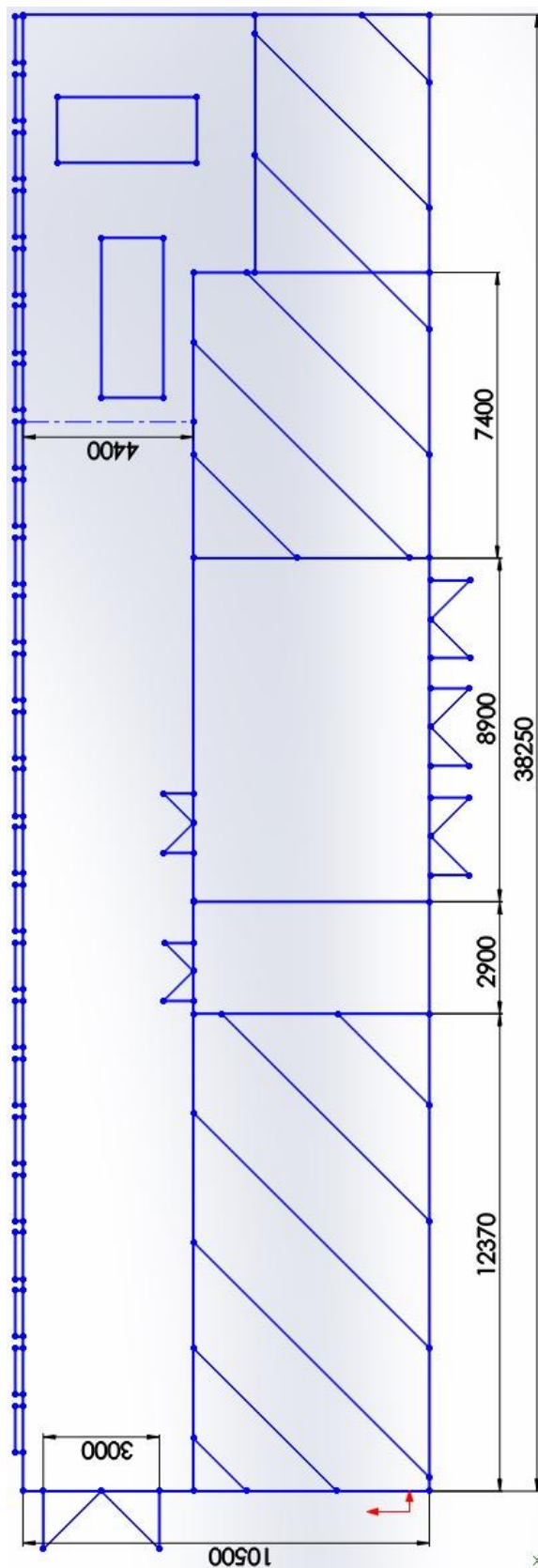


Obr. 2.8 Vnitřní a vnější tvar zámku.

Poté se krycí plech zkompletuje s jeho bočnicemi, které byly dovezeny z kooperace. Při této kompletaci se kontroluje lícování dosedacích ploch. Poté již hotový tvar krycího plechu dle modelu odnese již jeden operátor na regál s daným modelem. Tento sklad plechů se průběžně naplňuje. Odkud putují posléze do druhé haly na lakovnu na naložených vozících. Vzhledem k hrubému povrchu asfaltu mezi halami dochází zde ke značným otřesům a je zde nutné převážet tyto vozíky opatrně. Celá výroba vychází ze zakázkové výroby. Vzhledem ke specifickým požadavkům a individuálním rozměrům by zde ani nešlo použít jinou strategii.



Obr. 2.9 Vozíky pro přepravu krycích plechů.

2.2 Hala B

Obr. 2.10 Stávající schéma haly B.

Zde v hale B je zatím pouze skladiště firmy, které nijak nevyužívá, ačkoli do budoucna by se tento prostor dal zcela jistě využít. Tyto prostory jsou jako jediné nevyužité. Proto jakékoliv rozšíření řešené linky musí být možné aplikovat do těchto prostorů.

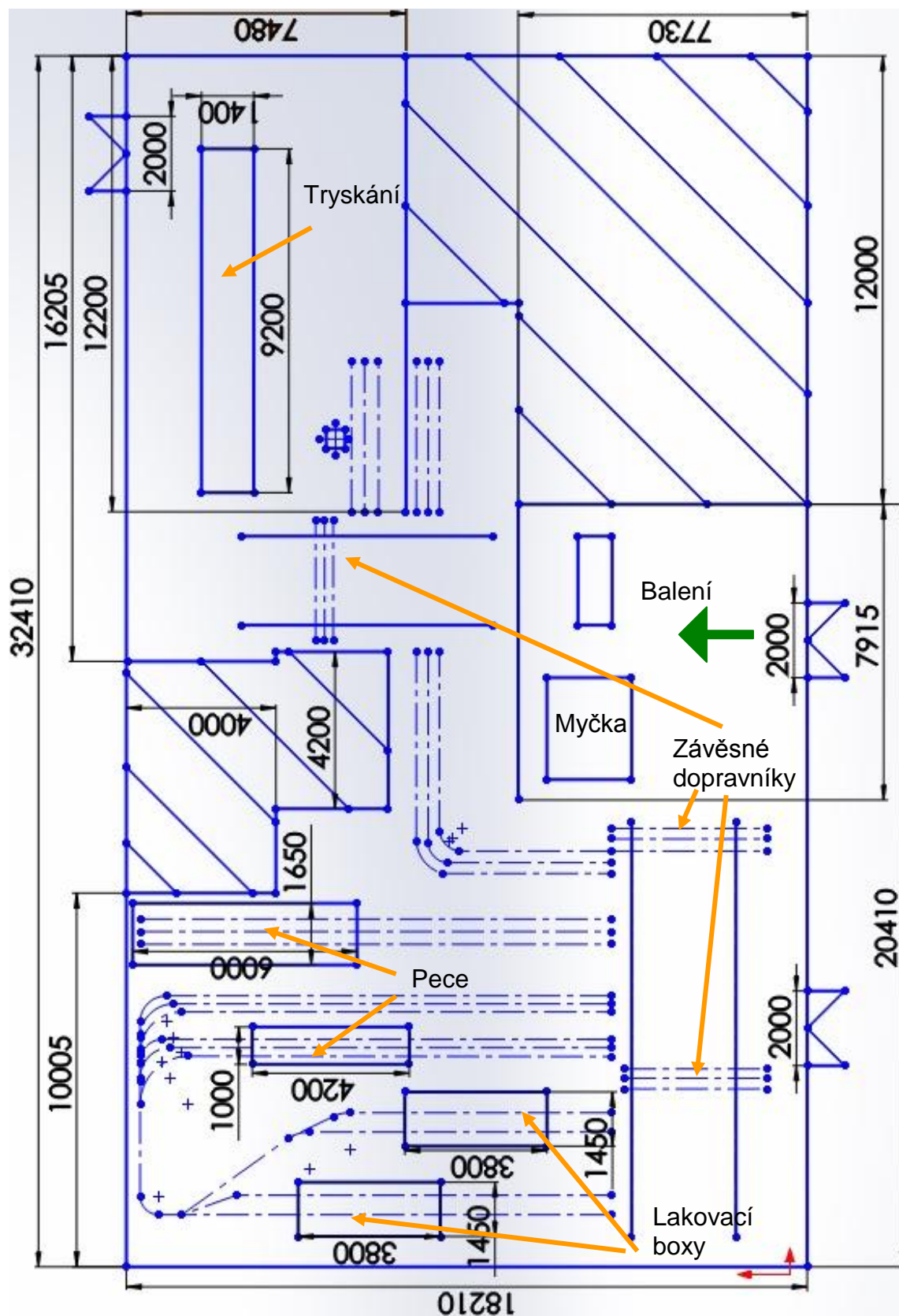


Obr. 2.11 Současný stav haly B.



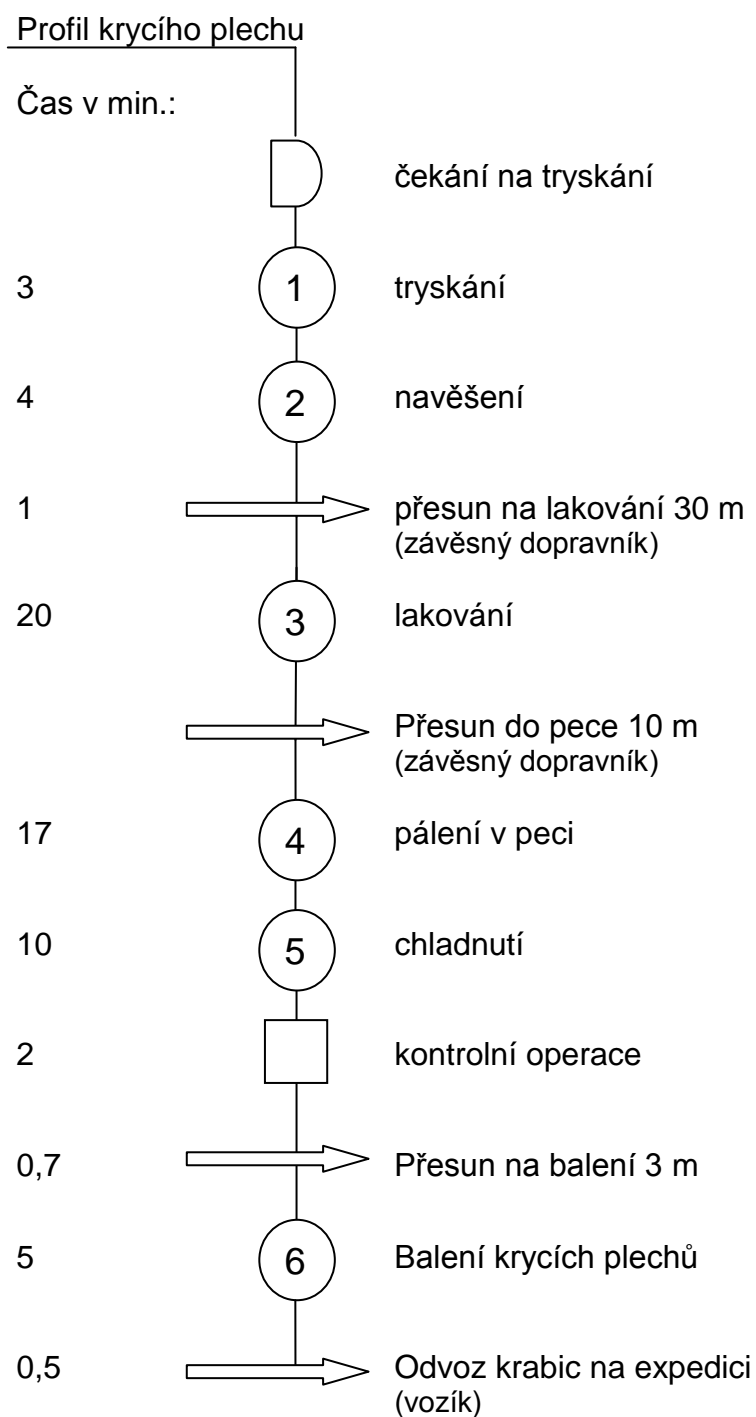
Obr. 2.12 Současný stav haly B.

2.3 Hala C



Obr. 2.13 Současný stav haly C.

V hale C končí hlavní proces. Zde probíhá největší množství operací při výrobě krycích plechů. Vozík je přivezen z haly A bočním vchodem (ve schématu zaznačen zelenou šipkou), kde je nutné provést materiál celou halou k první operaci.



Celkový čas procesu 58,2 min.

Na první operaci krycí plechy čeká tryskání. Tryskání je jemná mechanická předúprava všech hliníkových povrchů, pro odstranění oxidační vrstvy a je připraven na lakování. Rychlost tryskání hliníku je 6 m/min.

2.3.1 Tryskání



Obr. 2.14 Tryskání hliníku.

Následně po tryskání se v rukavicích opatrně přesunou kusy na dopravníkové koleje zavěšené na stropě popřípadě na vozíky s obalenými rošty měkkou tkaninou. Tyto kusy jsou tedy již očištěny na hliník bez oxidace, a tudíž jsou náchylné na korozi vlivem potu. Kusy je tedy potřeba věšet na dopravníky organizovaně z důvodu následného lakování různými barvami. Takto očištěný hliník by měl do čtyř hodin jít na lakování z důvodu možného vzniku opětovné koroze. Na stropě jsou koleje uspořádány dle koncepce haly a dle uspořádání lakovny a pecí. Tento prostor je vzhledem k povaze a důležitosti této části procesu celkem omezený, navíc musí být nejvíce bezchybnou částí celého procesu.



Obr. 2.15 Chodba mezi tryskáním a lakovnou

Přes již zmíněný závěsný dopravníkový systém jsou kusy přesunuty z tryskání do prostoru dvou lakovacích boxů. Tyto boxy jsou naneštěstí menší než celá délka jednoho dopravníku, tudíž u předsunutého lakovacího boxu dochází k zastavení přesunovacího dopravníku z důvodu lakování. Lakování probíhá na fázi elektrostatického nanášení, kde již v stříkací pistoli dochází k nabití částic barvy.

2.3.2 Práškové kabiny



Obr. 2.16 Komorové práškové kabiny.

Tab. 2.5 Komorová prášková kabina.

Počet stanovišť pro lakýrníky	2
Rozměry vnější [mm]	2300 x 3200 x 2250
Hmotnost	800 kg
Kapacita nádoby na prášek	20 kg
Kapacita ventilátoru	6800 m ³ /hod.
Potřeba stlačeného vzduchu	max. 16 m ³ /hod.
Instalovaný výkon	5,1 kW

Po nalakování kusů dopravník pokračuje za lakovnami do dvou pecí, které jsou využívány dle množství materiálu. Po každé změně barvy je nutné jak lakovnu, tak peci vyčistit, což komplikuje provoz celého pracoviště. Čas pálení závisí na předepsané době pálení stanovené výrobcem barev. Průměrná doba pálení je 17 minut. V peci se díky elektrostatické reakci teprve prášek roztaví, následně speče a vznikne kvalitní ochranná vrstva.

2.3.3 Elektrické pece



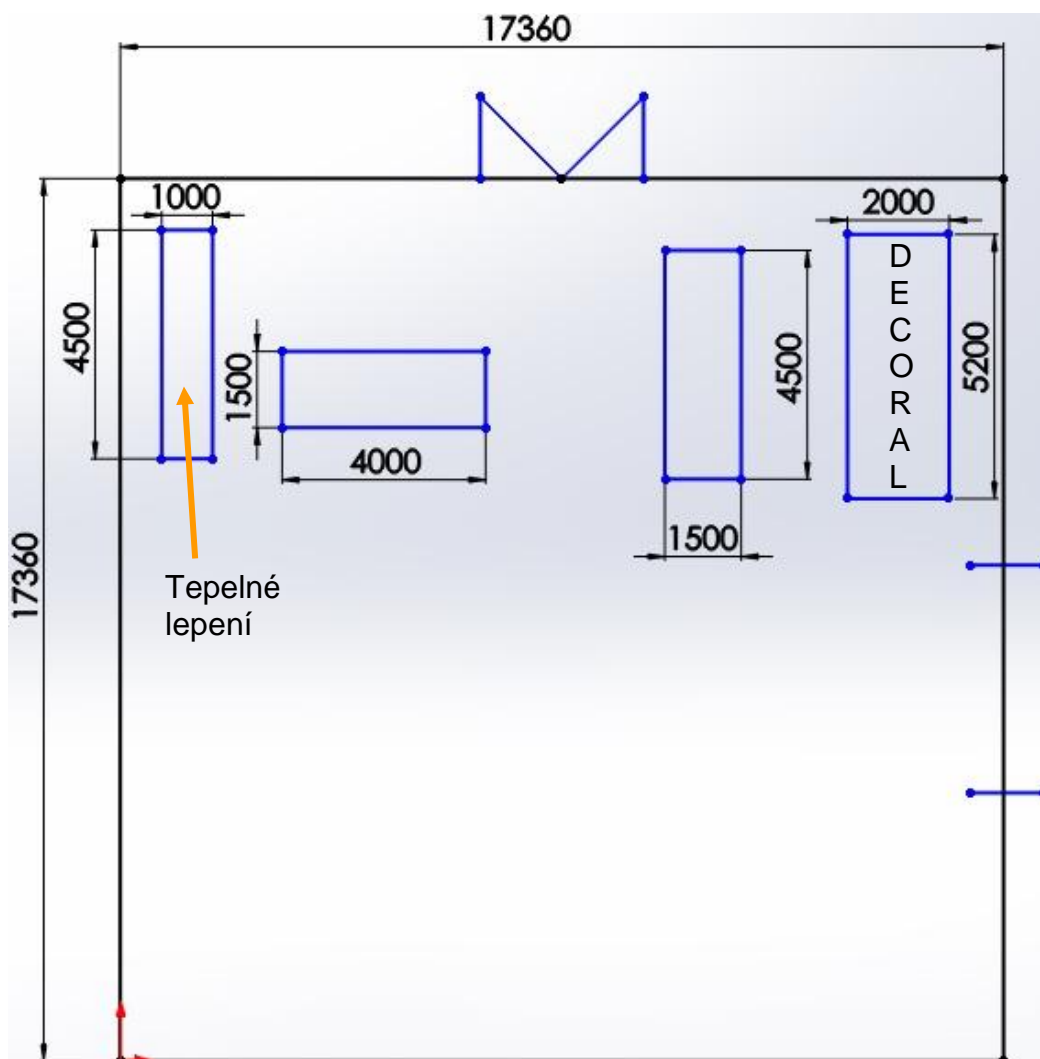
Obr. 2.17 Elektrické vytvrzovací komory.

Tab. 2.6 Elektrické vytvrzovací komory.

Rozměry vnější [mm]	4 800 x 2 100 x 2 250
Rozměry vnitřní [mm]	4 200 x 900 x 1 800
Hmotnost	1 800 kg
Hmotnost vsázky	max. 300 kg
Pracovní teplota	200°C
Jmenovitý příkon	50 kW

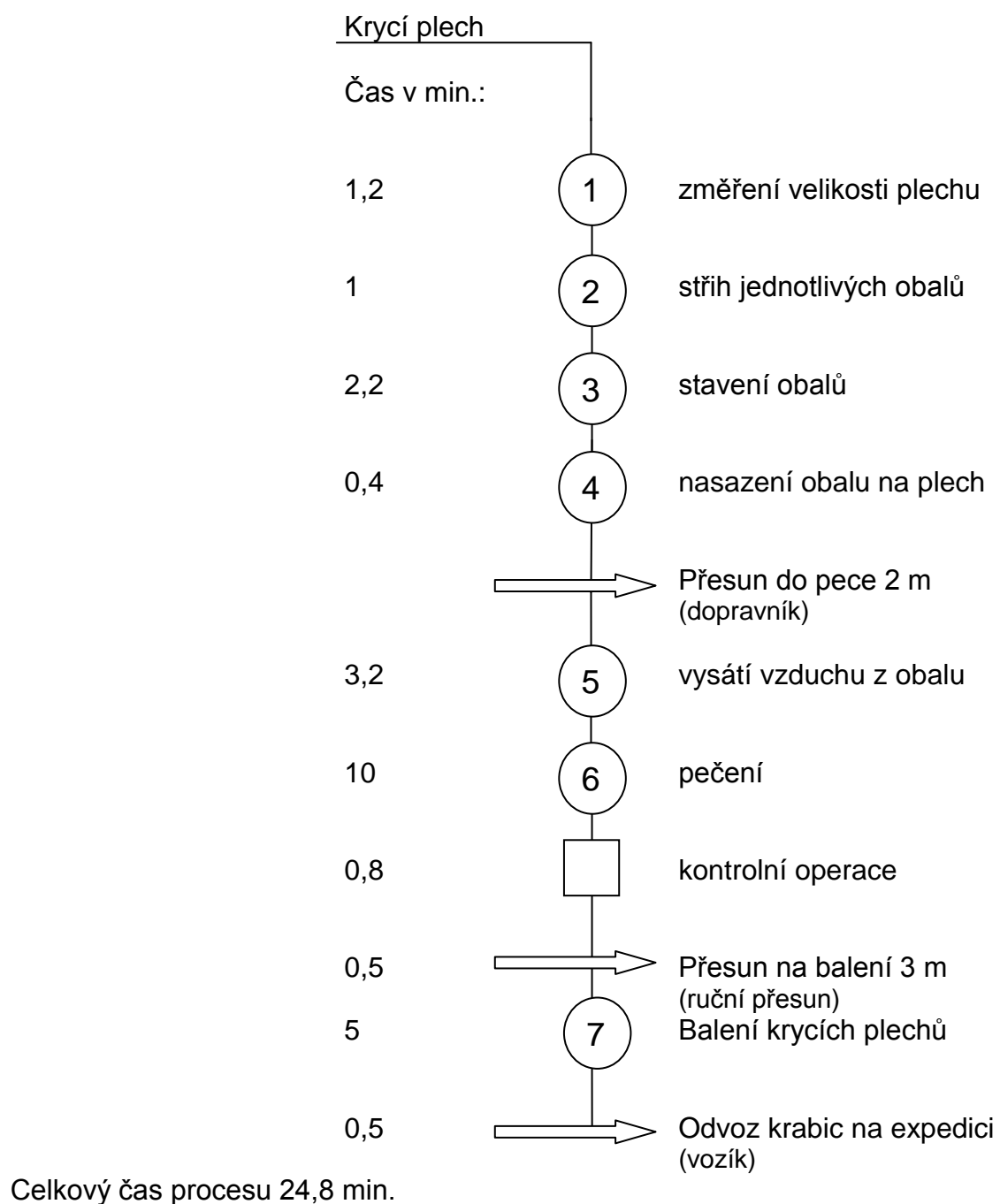
Po vypálení kusů se nechají dopravníky zchladnout před pecí. Následně po zchladnutí se sundají z dopravníku a jsou dle jednotlivých objednávek baleny do krabic a připraveny na export.

2.4 Hala D



Obr. 2.18 Schéma haly D

V poslední hale je stroj DECORAL, který nanáší na krycí plechy speciální povlak, jenž vytvoří dokonalou imitaci dřeva. Pokud si tedy zákazník připlatí za tuto položku, jsou před zabalením krycí plechy a jejich komponenty povlakovány dle požadavků zákazníka a poté následně zabaleny a exportovány.



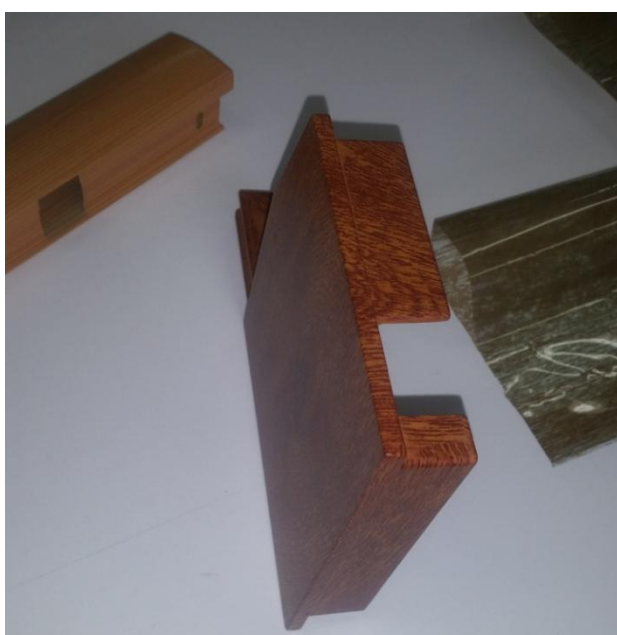
2.4.1 Decoral



Obr. 2.19 Elektrické vytvrzovací komory.

Tab. 2.7 Decoral Model VIV 861.

Tepelný systém	přírodní benzín, LPG, elektrický
Délka stroje	9 400 mm
Šířka stroje	4 100 mm
Výška stroje	2 500 mm
Maximální rozměr	(4 000 x 1 500) mm
Dvojitá membrána s 3D tvary	(4 200 x 1 300) mm



Obr. 2.20 Ukázka povlaků.

3 STANOVENÍ PŘEDSTAVITELŮ VÝROBNÍHO PROGRAMU

Pomocí metody ABC jsem zvolil nejčastější typy krycích plechů vyráběné na lince. Tento počet kusů jednotlivých druhů vychází z počtu kusů vyrobených za rok 2014. Z celkového počtu jsem pak vypočítal podíl jednotlivých druhů krycích plechů v procesu.

Tab. 3.1 Přehled typů profilů krycích plechů.

Model	Počet vyrobených kusů za rok 2014 [ks]	Celkový podíl kapacit jednotlivých modelů [%]
942	2776	4,73
943	33812	57,59
944	4688	7,98
945	3192	5,44
1803	36	0,06
1804	12	0,02
1805	0	0,00
1806	0	0,00
1807	0	0,00
1808	0	0,00
1809	290	0,49
1810	428	0,73
1811	102	0,17
1812	330	0,56
1813	1081	1,84
1964	316	0,54
1965	9808	16,71
1966	210	0,36
1967	1484	2,53
2448	30	0,05
2449	15	0,03
2450	102	0,17
Celkový počet vyrobených kusů [ks]	58 712	

Na základě metody ABC, jejímž základem je Paretova analýzy 80:20, jsem stanovil hlavní představitele, jenž tvoří 80% výroby krycích plechů. Z tabulky Výběr hlavních představitelů dále vyplývá, že se zde nacházejí i modely, které se během celého roku vůbec nevyráběly. Z pohledu zachování konkurence schopnosti a atraktivity firmy je dobré tam tyto modely zachovat. Nicméně by bylo vhodné spočítat jejich výrobnost během pěti let, zda se vůbec někdy vyráběly.

Tab. 3.2 Výběr hlavních představitelů.

Model	Počet vyrobených kusů za rok 2014 [ks]	Celkový podíl kapacit jednotlivých modelů [%]	Stupeň důležitosti
943	33812	57,59	A
1965	9808	16,71	A
944	4688	7,98	A
945	3192	5,44	B
942	2776	4,73	B
1967	1484	2,53	B
1813	1081	1,84	B
1810	428	0,73	C
1812	330	0,56	C
1964	316	0,54	C
1809	290	0,49	C
1966	210	0,36	C
1811	102	0,17	C
2450	102	0,17	C
1803	36	0,06	C
2448	30	0,05	C
2449	15	0,03	C
1804	12	0,02	C
1805	0	0,00	C
1806	0	0,00	C
1807	0	0,00	C
1808	0	0,00	C
Celkový počet vyrobených kusů [ks]	58 712		

4 CÍLE OPTIMALIZACE

Vzhledem k současné situaci výrobní linky a části této výroby převedené do kooperace, vznikl požadavek na optimalizaci této linky se snahou převedení kooperačních prvků do vlastní firmy. Tato redukce kooperačních vazeb má eliminovat závislosti na okolních firmách, a také při vhodně zvolené inovaci i zajistit úsporu firmě. Dále pak vzhledem ke zvyšování objemů výroby analyzovat kritická místa linky s možností jejich rozšíření pro pokrytí objemu zakázek. Dále pak navrhnout nové rozmístění haly A.

4.1 NÁVRH VARIANT

Po celkové analýze současného stavu jsem vypracoval dvě možné varianty řešení pro výrobek krycích plechů, které by pomohly zefektivnit výrobu daného výrobku.

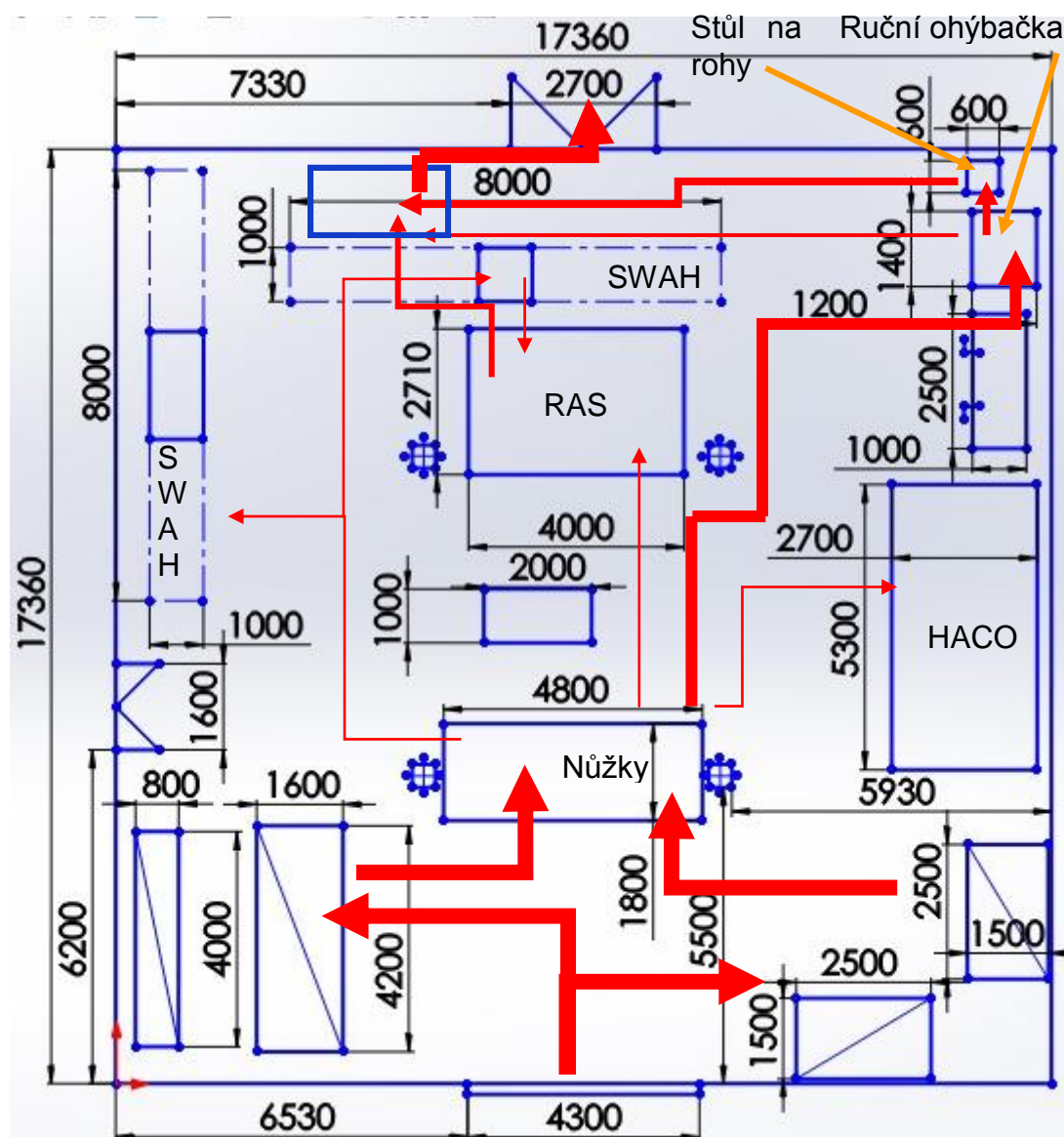
4.2 VARIANTA 1

U této varianty jsem se zaměřil na implementaci nových prvků na vybranou linku. Výsledkem této varianty by mělo být zjednodušení toku materiálů mezi pracovišti. Dále by se touto variantou mělo snížit riziko chybějících komponentů ve výrobě díky přesunu kooperační výroby do firmy. Konkrétně:

- nový LAY OUT pro halu A
- zavedení vodního paprsku a následné převedení výroby bočnic krycích plechů z kooperace do firmy
- návrh manipulační a skladovací techniky pro nově vzniklou technologii vodního paprsku
- přidání jedné dopravní tyče pro druhou lakovací stanici
- rozšíření plochy pro chlazení a balení komponentů krycích plechů po vypalování barvy v peci a následný export
- vyřešení problémů závěsných háčků pro lakování a pálení

4.2.1 Nový LAY OUT pro halu A

Stávající lay out haly A je nevyhovující vzhledem k narůstající poptávce po výrobcích. Pro jsem do svého návrhu začlenil i tento návrh nového toku materiálů halou A.



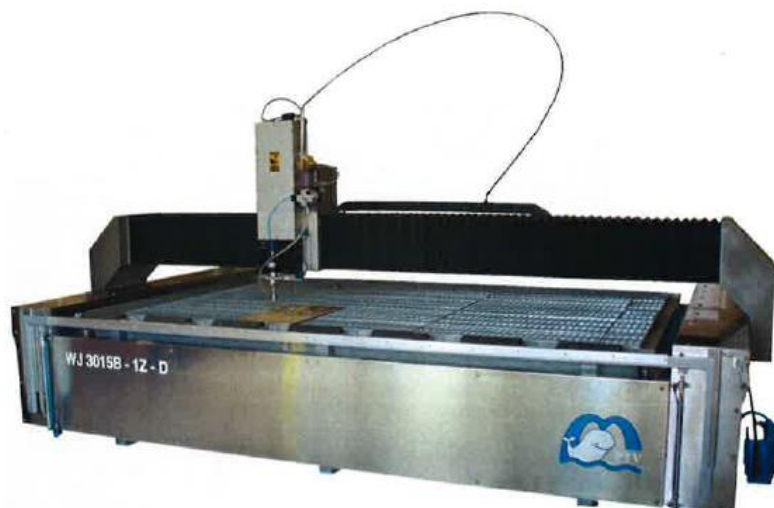
Obr. 4.1 Návrh rozmístění pracovišť na hale A-1 se Sankeyovým diagramem.

4.2.2 Zavedení vodního paprsku do firmy

Krycí plechy s rádiusem, bočnice krycích plechů a další komponenty byly vyráběny v kooperacích, jelikož bylo časově nevýhodné pokaždé přenastavovat ohýbací lisy a ani z hlediska kapacit to nebylo možné. Díky zavedení technologie

vodního paprsku bude tyto menší komponenty i všechny bočnice včetně těch s rádiusem vyrábět ve firmě.

PTV Uni Jet



Obr. 4.2 PTV Uni Jet [11].

Tab. 4.1 Vodní paprsek-stůl.

Celková cena	3 375 000 Kč
Vnější rozměry stolu	
Osa X	5 600 mm
Osa Y	4 206 mm
Osa Z	2 860 mm
Efektivní rozměry stolu v režimu 2D	
Osa X	4 000 mm
Osa Y	2 000 mm
Osa Z	200 mm
Rozsah pracovních rychlostí	
přejezdová	0 ÷ 35 000 mm/min
pracovní	0 ÷ 22 000 mm/min
Maximální zatížení [kg]	500 kg/m²



Obr. 4.3 Vysokotlaké čerpadlo PTV JETS 3,8/60 Classic [11].

Tab. 4.2 Vysokotlaké čerpadlo PTV JETS 3,8/60 Classic.

Řízení	PLC
Max. pracovní tlak	415 Mpa
Elektrický příkon	37 kW (50HP) 80A
Množství řezací vody	3,8 l/min
Elektromotor	Siemens
Hydraulické čerpadlo	Parker
Rozsah regulace provozního tlaku	0 ÷ 410 Mpa



Obr. 4.4 Tlakový podavač abraziva [11].

Tab. 4.3 Tlakový podavač abraziva.

Celkový objem	1000 kg
Objem horní násypky	95 l
Objem dolního zásobníku	10 l
Pracovní tlak	2,5 ÷ 5 bar
Rozměry	(800 x 800 x1200) mm



Obr. 4.5 Proporciální elektronický dávkovač [11].

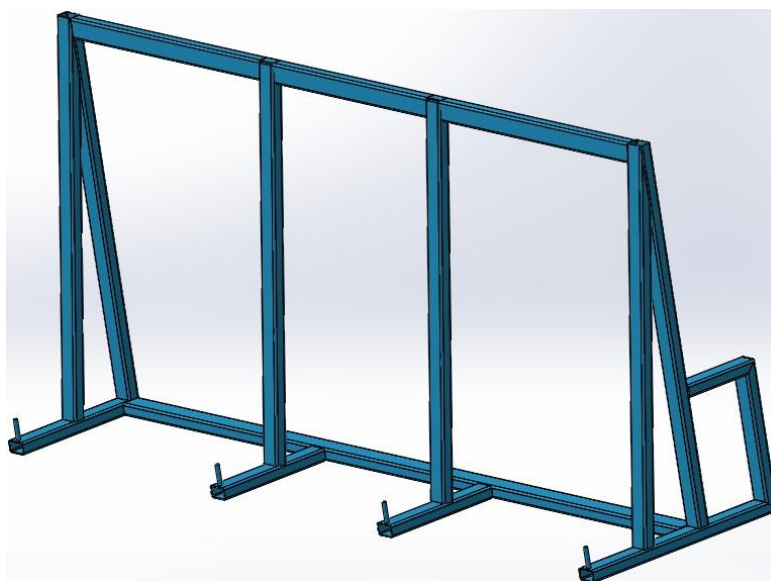
Tab. 4.4 Proporciální elektronický dávkovač.

Proporciální elektronický dávkovač	
Celkový objem	87 kg
Objem horní násypky	35 l
Objem dolního zásobníku	0 l
Pracovní tlak	2,5 - 10 bar
Rozměry	(350 x 450 x840) mm

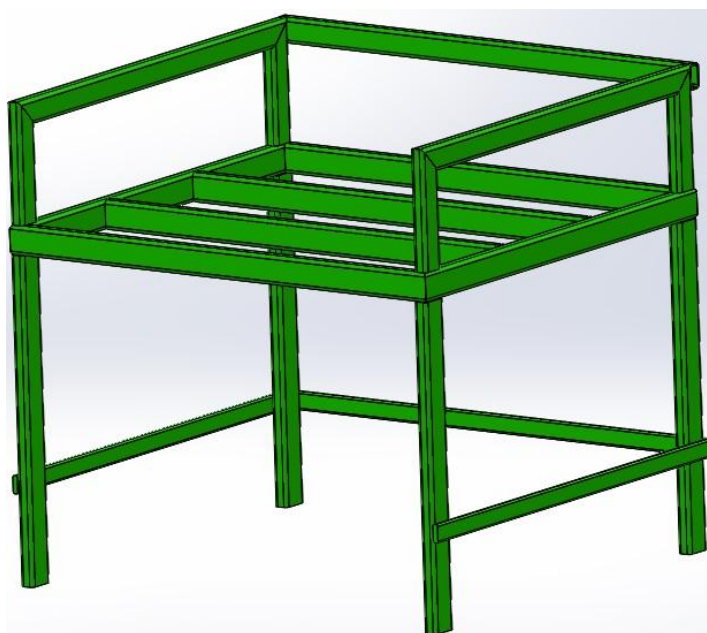
4.2.3 Návrh manipulační a skladovací techniky

K nově vzniklé technologii vodního paprsku bude zcela jistě nutné vytvořit sklady, mezisklady, dále zajistit dopravu a manipulaci materiálu. V tomto návrhu jsem vyřešil skladování plechů pomocí regálů. Schéma rozvržení regálů je zobrazeno níže. Největší nově dovezené plechy budou pak na paletě (4000 x 1500) mm. Jelikož většina plechů, ze kterých se budou vypalovat bočnice, pochází ze zbytků po krycích plechách, zvolil jsem navrhované regály (2100 x 600 x 1000) mm. Dále pak bylo potřeba zhotovit regály pro abrazi vodního paprsku, která se dováží

v tunových pytlích a kterou je nutné z ekonomického hlediska kupovat po čtyřech pytlích. Rozměry jsou (1280 x 1200 x 1315) mm. Jako transport navrhuji ruční posuvný jeřáb s elektrickým pohonem ve vertikální ose, který se bude pohybovat po celém meziskladu s možností zajet s materiálem nad vodní paprsek. Viz schéma rozmístění skladu. Předpokládaná cena je **100 000 Kč**.



Obr. 4.6 Regál na tabule plechu.



Obr. 4.7 Regál pro abrazivo.

Oba dva regály jsou navrženy z normalizovaných obdélníkových profilů oceli materiálu 11523. Regál na plechy z profilu (50 x 30 x 2,6) mm a regál na abrazi z profilu (80 x 40 x 5) mm. Celková cena skladovacích regálu je počítána pouze jako koupený materiál pro regály. Firma je schopna si tyto regály vyrobit sama.

Maximální kapacita regálu na tabule plechu

$$\text{Počet plechů na jednom regálu} = \frac{\text{šířka regálu [mm]}}{\text{šířka jedné tabule plechu [mm]}} = [\text{ks}] \quad 3$$

$$\text{Počet plechů na jednom regálu} = \frac{140}{(1 \div 2)}$$

- zvolil jsem 1,5 mm

$$\text{Počet plechů na jednom regálu} = 93 \text{ ks}$$

$$\text{Počet plechů} = \text{počet plechů na jednom regálu} \cdot \text{počet regálů} = [\text{ks}] \quad 4$$

$$\text{Počet plechů} = 93 \cdot 7$$

$$\text{Počet plechů} = 651 \text{ ks}$$

Tab. 4.5 Obdélníkové profily.

Model	Typ profilu [mm]	Cena [Kč/m]	Potřebná délka [m]
Regál na tabule plechu	50 x 30 x 2,6	75,8	12
Regál na abrazivo	80 x 40 x 5	216,2	17

Celková cena regálů

$$\begin{aligned} \text{Regál na tabule plechu} \\ = \text{cena za metr} \cdot \text{počet metrů pro jeden regál} \\ \cdot \text{počet regálů [Kč]} \end{aligned} \quad 5$$

$$\text{Regál na tabule plechu} = 75,8 \cdot 12 \cdot 7$$

$$\text{Regál na tabule plechu} = \mathbf{6\,367\,Kč}$$

Regál na abrazivo

6

$$= \text{cena za metr} \cdot \text{počet metrů pro jeden regál} \\ \cdot \text{počet regálů [Kč]}$$

$$\text{Regál na abrazivo} = 216,2 \cdot 18 \cdot 2$$

$$\text{Regál na abrazivo} = \mathbf{7\,351\,Kč}$$

Celková cena regálů

7

$$= \text{Cena podélného regálu} + \text{cena regálu na abrazivo [Kč]}$$

$$\text{Celková cena regálů} = 6\,367 + 7\,351$$

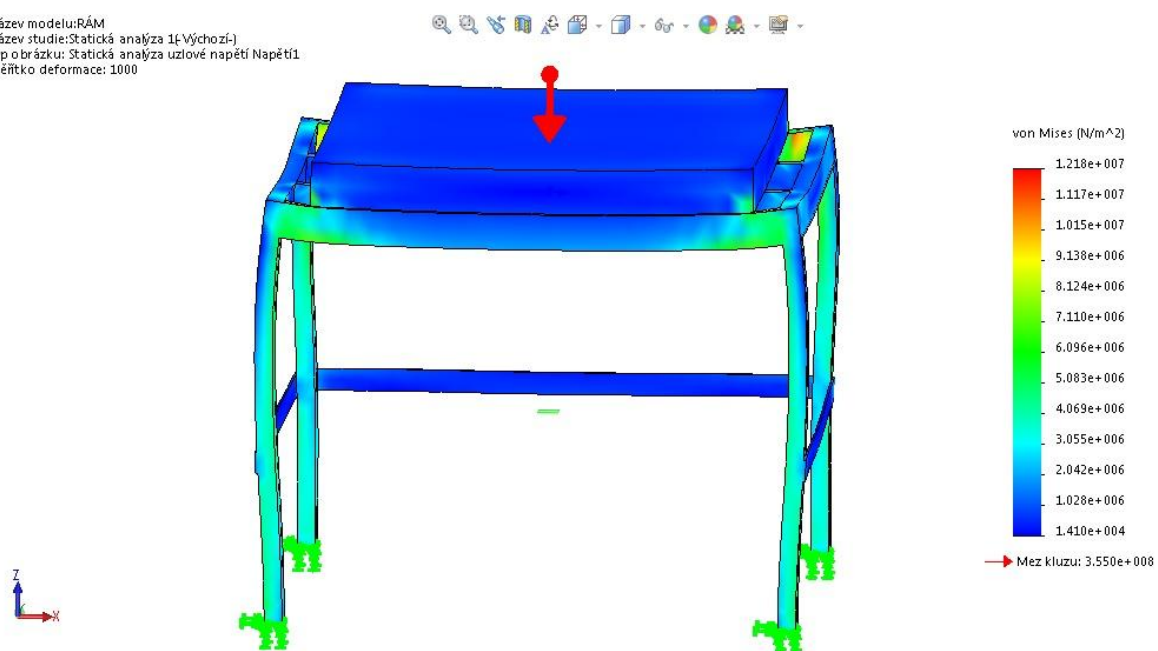
$$\text{Celková cena regálů} = \mathbf{13\,718\,Kč}$$

4.2.4 Statický výpočet

U regálu pro plechy se nejedná o kritické zatížení. U regálu pro abrazi nastává ovšem jiná situace, jelikož se na něm bude stohovat paleta s tunovým pískem (jedna pod a druhá nad ní). Z tohoto důvodu jsem vypočítal napětí v konstrukci s mezí kluzu a také maximální prohyb dané konstrukce.

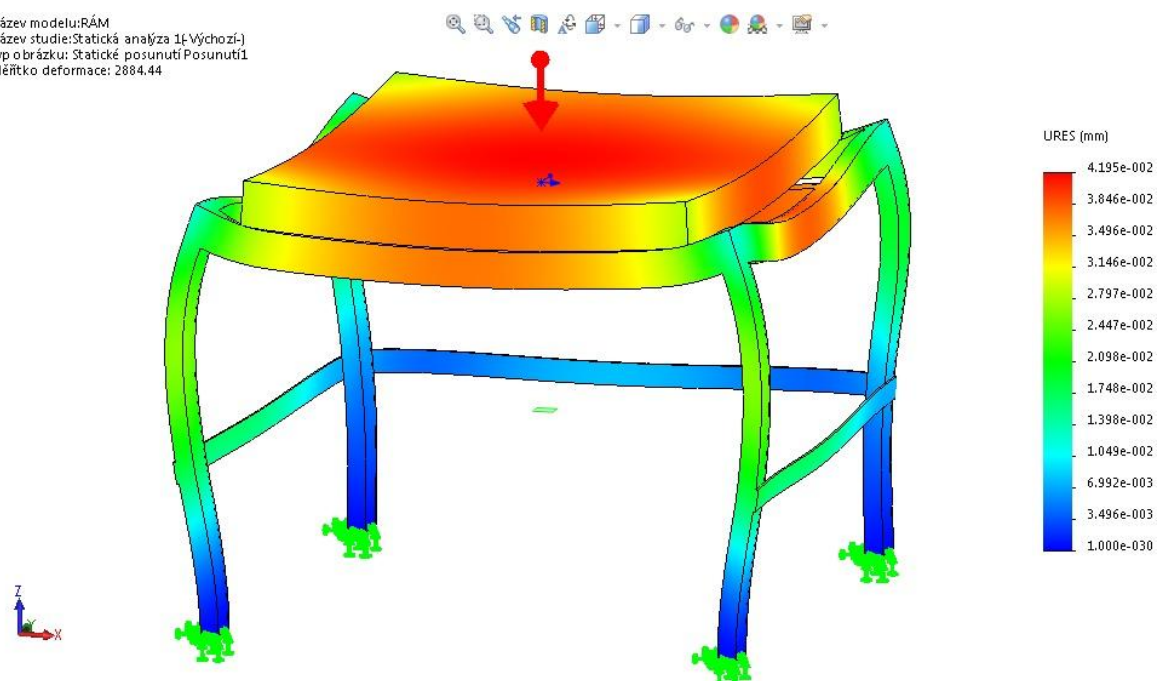
Z výsledků je patrné, že maximální napětí dosahuje $1,218 \times 10^7 \text{ N/m}^2$. Mez kluzu byla vypočítána s hodnotou $3,550 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, což je trojnásobek maximálního skutečného napětí. Tudíž máme skoro třicetkrát předimenzovaný regál. Musíme však vzít úvahu dynamického rázu položení palety do regálu. Z dalšího výpočtu pak můžeme snadno zjistit, že skutečný maximální průhyb je zaokrouhleně 41 mikronů. Tato hodnota je naprosto zanedbatelná.

Název modelu: RÁM
Název studie: Statická analýza 1(-Výchozí-)
Typ obrázku: Statická analýza uzlové napětí Napětí1
Měřítko deformace: 1000

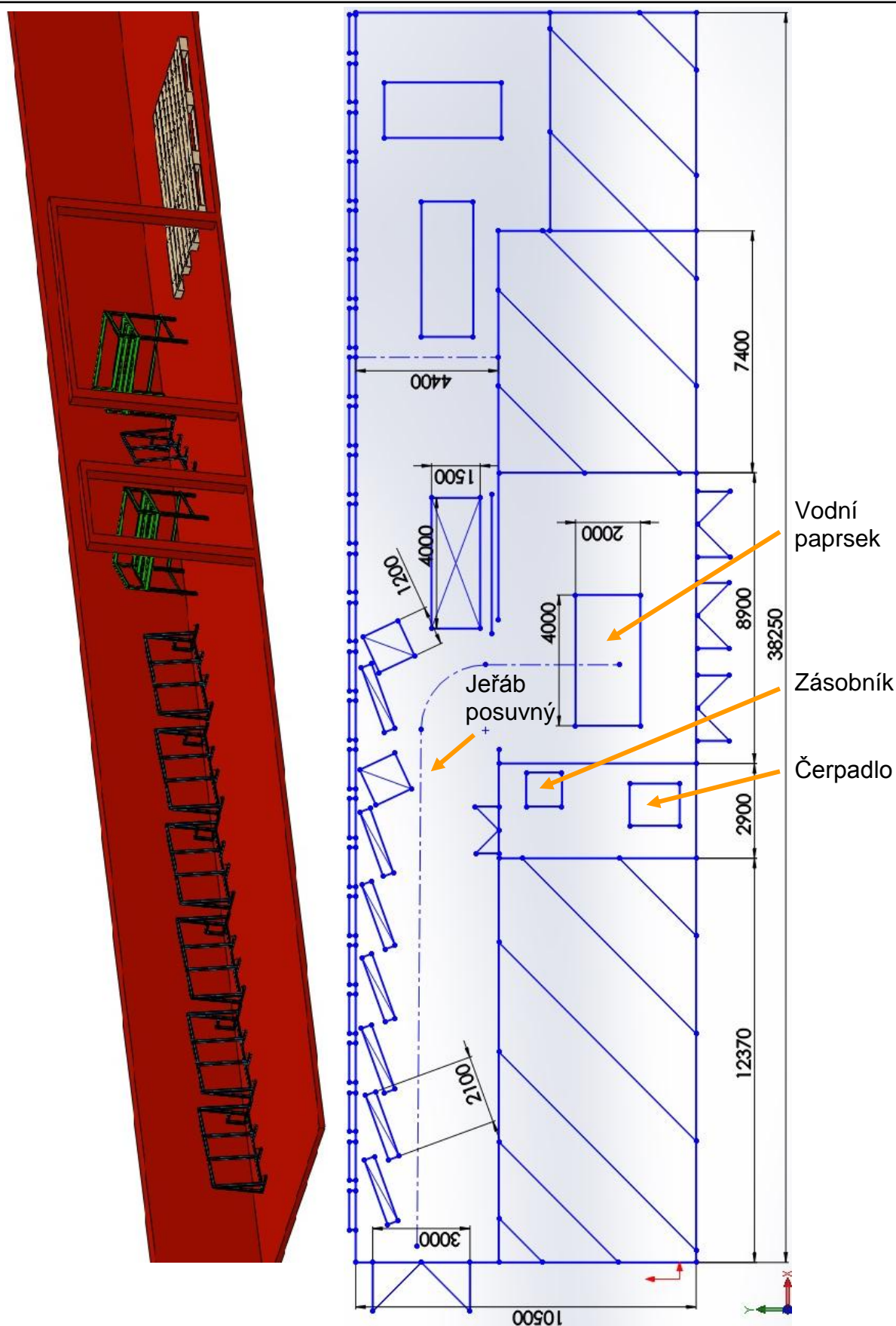


Obr. 4.8 Grafické zobrazení výpočtu napětí.

Název modelu: RÁM
Název studie: Statická analýza 1(-Výchozí-)
Typ obrázku: Statické posunutí Posunutí1
Měřítko deformace: 2004.44



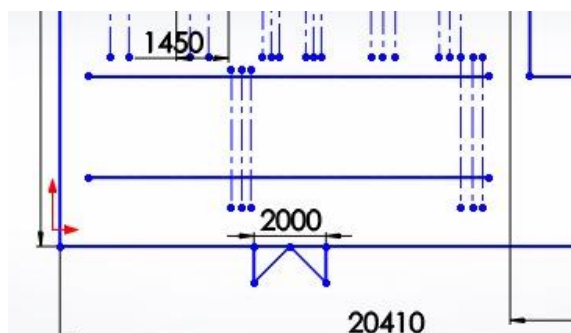
Obr. 4.9 Grafické zobrazení výpočtu prohybu.



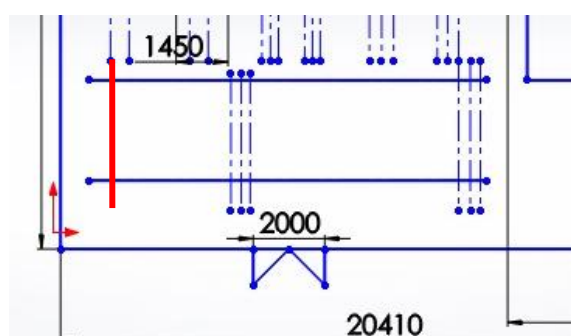
Obr. 4.10 3D model navrhované haly B Obr. 4.11 Navrhované schéma haly B-1

4.2.5 Přidání jedné dopravní tyče pro druhou lakovací stanici

Přidáním jedné závěsné dopravní tyče v případě dlouhého krycího plechu bude možné zajet s tím to plechem do lakovny a následně s ním vyjet na pomocnou tyč. Tudiž se nebude nadále zastavovat závěsný dopravník, který je nutné mít volný pro přepravu závěsných kolejnic s komponenty.



Obr. 4.12 Stávající stav na hale C.



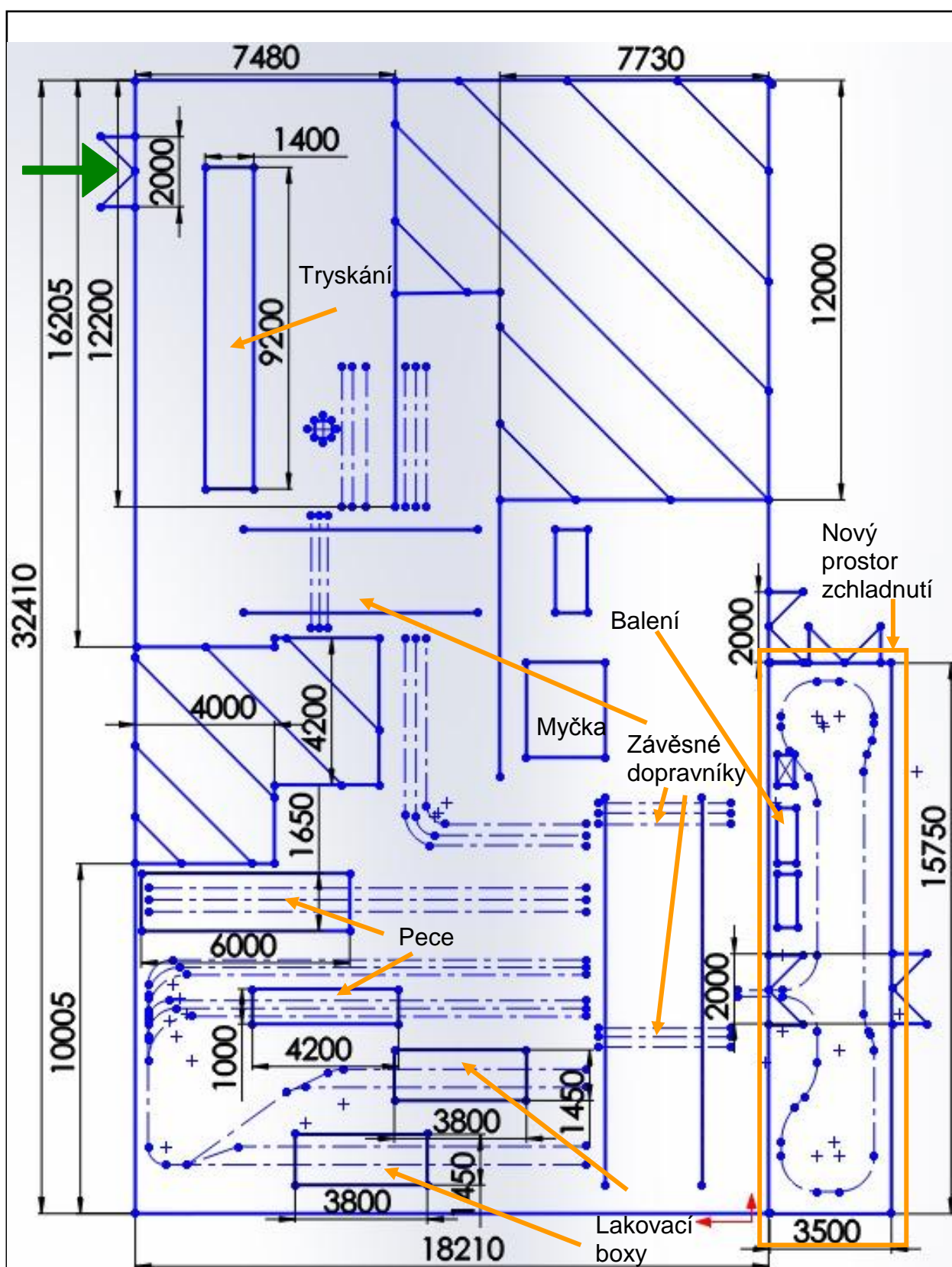
Obr. 4.13 Navržený stav na hale C.

4.2.6 Rozšíření plochy pro chlazení a balení komponentů krycích plechů

Proces lakování je nejdelší ze všech technologických operací a také do lakovny míří i některé komponenty z jiných linek. Díky této vytíženosti nestačí plechy zchladnout, aby bylo možné zabalit a poslat export. Proto jsem zde navrhl rozšíření pracoviště chlazení komponentů. Na tomto pracovišti také vznikne pracoviště balení. Dále pak navrhuji změnu vjezdu příjmů plechů z haly A z levé strany, aby nedocházelo k projezdu celou linkou. Nový příjem značí zelená šipka.

Tab. 4.6 Kapacita závěsných dopravníků na operaci chlazení.

Stávající kapacita	9
Budoucí kapacita	22
Cena	300 000 Kč



Obr. 4.14 Hala C s novým pracovištěm chlazení a balení.

4.2.7 Vyřešení problémů závěsných háčků pro lakování a pálení

Tyto háčky slouží k zavěšení krycích plechů, jejich komponentů a další výrobků na závěsné dopravníky po operaci tryskání, které dále pokračují na lakování. Tyto háčky nakupuje firma od dodavatele, který vyrábí jeden typ háčků. Z těchto háčků ovšem komponenty padají, a proto je nutná jejich modifikace. I přesto že bereme od dodavatele 300000 kusů, je to zanedbatelná část jeho výroby. Tudíž modifikace u dodavatele nepřichází v úvahu. Navrhuji vlastní výrobu stroje na stříhání háčků z drátu v roli. Který nám ohne přímo požadovaný tvar a díky tomu bude moci používat háček pouze jednou.



Obr. 4.15 Profil kupovaného háčku.



Obr. 4.16 Nutný profil háčku.

4.3 VARIANTA 2

U této varianty jsem se zaměřil optimalizaci stávající techniky, pracovních pozic, skladovacích prostorů i manipulační techniky. I do této varianty jsem zahrnul vodní paprsek, jenž zvyšuje jistotu dodržení termínu dané zakázky, také sníží její cenu.

Konkrétně:

- nový LAY OUT pro halu A
- zavedení vodního paprsku a následné převedení výroby bočnic krycích plechů z kooperace do firmy
- návrh manipulační a skladovací techniky pro nově vzniklou technologii vodního paprsku
- repasy vozíků pro manipulaci mezi halami
- návrh nového uspořádání věšení komponentů na dopravníky po tryskání
- vyřešení problémů závěsných háčků pro lakování a pálení

4.3.1 Nový LAY OUT pro halu A

Tato varianta nového LAY OUTu haly A vznikla na základě minimalizování vzdáleností mezi pracovišti a snahou o co největší návaznost jednotlivých pracovišť. Tak aby tok materiálu linkou šel v jednom směru pokud možno přímočaře. Z jedné strany dojede vysokozdvižný vozík s tabulemi plechu, které vyloží na regály. Poté z druhé strany regálu si již jednotlivé tabule převezme operátor.

FLOW MACH 3

Obr. 4.18 FLOW MACH 3 [12].

Tab. 4.7 Vodní paprsek-stůl.

Celková cena	5 690 000 Kč
Vnější rozměry stolu	
Osa X	5400 mm
Osa Y	4500 mm
Osa Z	2300 mm
Efektivní rozměry stolu v režimu 2D	
Osa X	4000 mm
Osa Y	2000 mm
Osa Z	180 mm
Rozsah pracovních rychlostí	
přejezdová	0 ÷ 12800 mm/min
pracovní	0 ÷ 7620 mm/min



Obr. 4.19 Vysokotlaké čerpadlo PTV JETS [12].

Tab. 4.8 Vysokotlaké čerpadlo PTV JETS 3,8/60 Classic.

Řízení	FlowMaster PC
Max. pracovní tlak	415 Mpa
Elektrický příkon	37 kW (50PS)
Množství řezací vody	3,8 l/min
Elektromotor	Siemens
Hydraulické čerpadlo	FLOW
Rozsah regulace provozního tlaku	0 ÷ 410 Mpa



Obr. 4.20 Tlakový podavač abraziva [12].

Tab. 4.9 Tlakový podavač abraziva.

Celkový objem	285 kg
Objem horní násypky	245 l
Objem dolního zásobníku	40 l
Pracovní tlak	2 ÷ 5,5 bar
Rozměry	600 x 600 x 1 100 mm

4.3.3 Návrh manipulační a skladovací techniky

U této varianty navrhuji řešení skladu nejjednodušším a nejlevnějším způsobem. Skladování na paletách, které dováží přímo s hliníkovými plechy. U této varianty je i jednodušší skladování, jelikož si operátor nemusí přeskládat tabule plechů do regálů. V případě těžšího materiálu jsem zařadil do tohoto návrhu sloupový otočný jeřáb, který zajistí zvednutí polotovaru na vodní paprsek z palet,

které budou navedeny k vodnímu paprsku a to ze dvou možných stran. Pro ruční manipulaci samotných tabulí jsem navrhl možné ruční manipulátory.

Maximální kapacita tabulí plechů na paletách

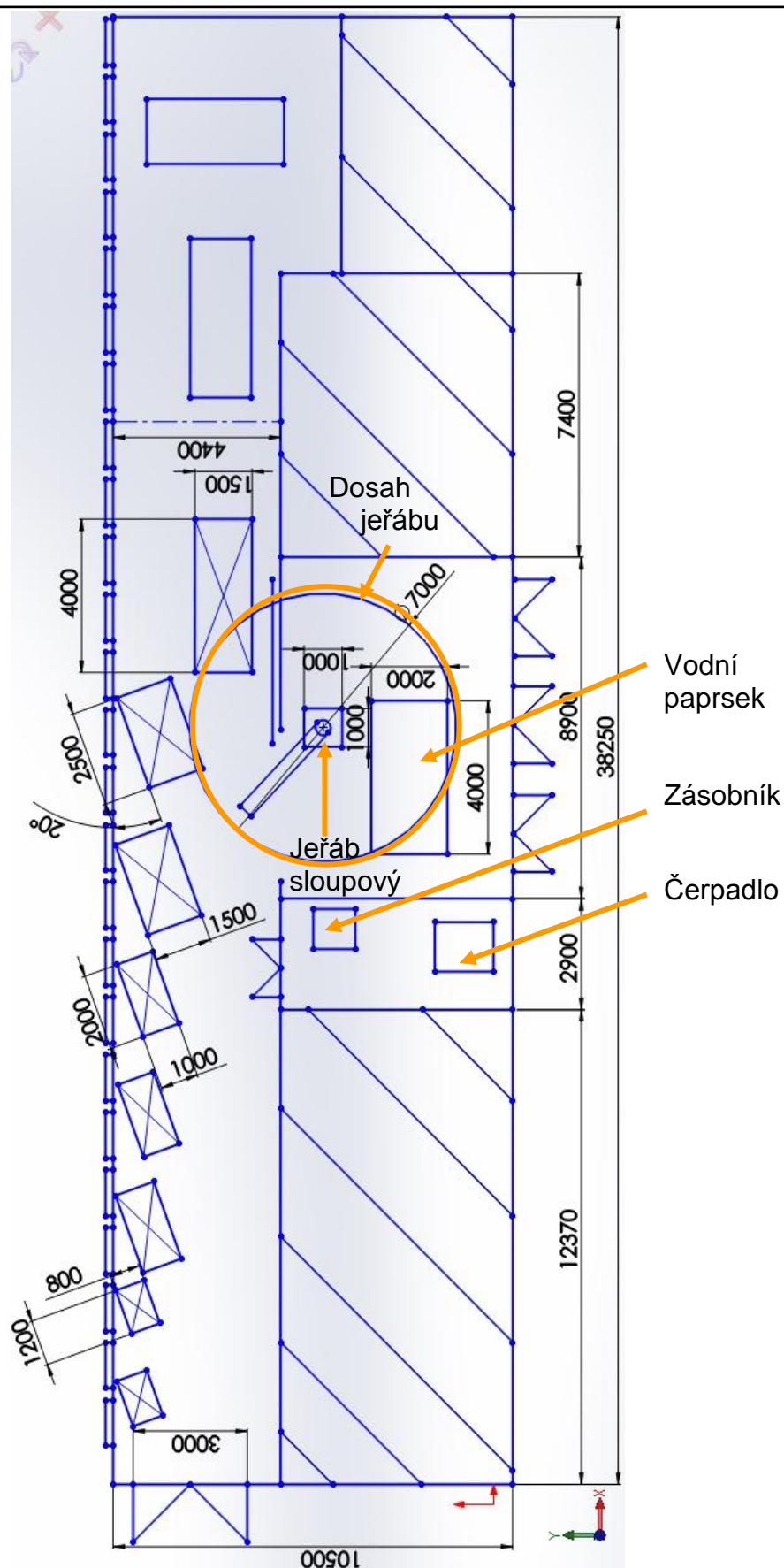
počet tabulí na jedné paletě = 100 ks

Celkový počet tabulí = počet plechů na jedné paletě · počet palet [ks]

8

Celkový počet tabulí = 100 · 6

Celkový počet tabulí = 600 ks



Obr. 4.21 Navrhovaná skladovací plocha haly B-2

Sloupový otočný jeřáb






Obr. 4.22 Ilustrační obrázek sloupového otočného jeřábu [13].

Tab. 4.10 Sloupový otočný jeřáb.

Nosnost	1000 kg
Vyložení	3500 mm
Výška	2800 mm
Kladkostroj	LIFTKET Star 071/53
Otáčení výložníku	manuální
Způsob ovládání	závěsný ovladač XACA
Výroba a montáž	81 800 Kč
Kladkostroj a ovladač	69 500 Kč
Dokumentace, stat. výpočet, revize, doprava	10 600 Kč
Cena celkem	161 900 Kč

Tab. 4.11 Ruční manipulátory.

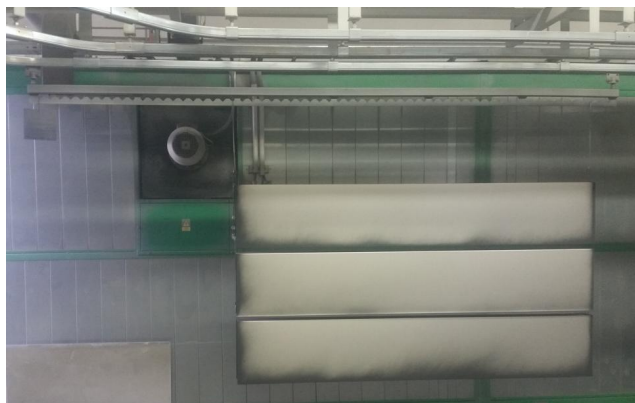
Firma	Magsy	REO AMOS s.r.o.	Uni-max
Název	Přenašeč plechů [14]	Stěhovací hák [15]	Přísavka jednoručka 100 VP [16]
Typ	Magnetická	Ruční	Vzduchová
Nosnost (kg)	170	40	100
Váha (kg)	1,7	0,8	1,4
Rozměry- šxdxv (mm)	140 x 116	700 x 150	210 x 210 x 100
Cena (Kč)	5 684	130	2 499
Detail			

4.3.4 Návrh nového uspořádání věšení komponentů na dopravníky po tryskání

Tento návrh při správné aplikaci eliminuje zastavení přesuvného dopravníku ve chvíli, kdy se lakují výrobky ve druhé lakovně. Tento systém nevyžaduje žádnou investici. Pouze proškolení vše zaměstnanců, jak výrobky zavěšovat na přesuvné dopravníky. Jediný problém, který se zde může z počátku vyskytnout, je zavěšení výrobků na špatnou stranu, jelikož během procesu dochází vlivem technologie pracovišť k jeho otáčení.

Stávající

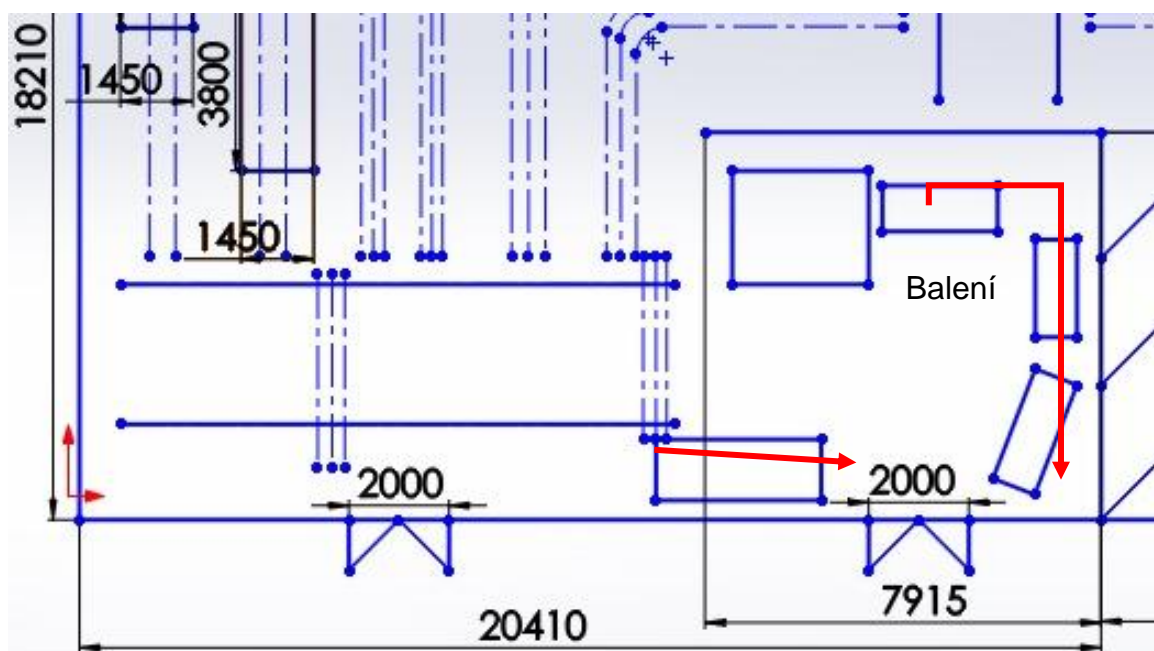
Obr. 4.26 Stávající věšení.

Navrhovaný

Obr. 4.27 Navržené věšení.

4.3.5 Nové uspořádání pracoviště balení

Stávající pracoviště balení zcela nevyhovuje objemu toku materiálu linkou. Celý proces balení probíhá na jednom stole s balícími prvky náhodně kolem stolu. Navrhují proto zvýšit počet balících stolů a zavést standard pro balení na rozšířeném pracovišti.



Obr. 4.28 Navržený systém balení.

4.3.6 Repasy vozíků pro manipulaci mezi halami

Manipulační vozíky pro přepravu polotovarů mezi linkami jsou železné konstrukce, a mohlo by tedy dojít k poškození profilů krycích plechů. Proto jsou tyto plochy různě oblepeny proužky koberce, popřípadě omotány igelitem. Tento způsob je značně nevyhovující, jak z důvodu vzhledu, tak z funkčního hlediska, jelikož je nutné díky nadměrnému opotřebení často měnit, viz foto.



Obr. 4.29 Příklad zničených izolací 1.



Obr. 4.30 Příklad zničených izolací 2.

Z tohoto důvodu zde navrhuji použít silikonové násady, které jsou dostatečně pružné, aby šly nasadit na ramena, a také dostatečně pevné, aby dokázaly déle odolat možnému opotřebení. Tyto silikonové násady lze použít i v peci jelikož vydrží teplotu do 300°C.



Obr. 4.31 Silikonové chráničky [17].

4.3.7 Vyřešení problémů závěsných háčků pro lakování a pálení

Jak bylo již zmíněno v předchozí variantě, jedná se o problém s háčky pro věšení krycích plechů. Druhou variantu řešení tohoto problému je najmutí externího pracovníka na dohodu o provedení práce. Tuto práci bych pak mohl vykonávat například důchodce, nebo také matka na mateřské dovolené.

Stanovení ceny za rok

Při tomto výpočtu jsem vycházel z údajů nákupu háčků, jež vychází na 25 000 kusů háčků měsíčně. K tomu je nutné započítat i fakt, že tyto háčky se používají většinou dvakrát, aby se ušetřila práce na jejich ohýbání. Tudíž skutečná reálná měsíční spotřeba by se pohybovala okolo 40 000 kusů.

$$\begin{aligned} \text{Cena háčků} &= \text{počet měsíců} \cdot (\text{hodinová mzda} \cdot \text{průměrný počet hodin} \\ &+ \text{cena háčků} = [\text{Kč/rok}] \end{aligned}$$

9

$$\text{Cena háčků} = 12 \cdot (50 \cdot 111 + 11\,600)$$

$$\text{Cena háčků} = 205\,800 \text{ Kč/rok}$$

$$\text{průměrný počet hodin} = \frac{\text{počet háčku n měsíc}}{\text{počtem udělaných kusů za hodinu}} = [\text{hod}] \quad 10$$

$$\text{průměrný počet hodin} = \frac{40\,000}{360}$$

$$\text{průměrný počet hodin} = 111,11 \cong \mathbf{111 \text{ hodin za měsíc}}$$

$$\text{cena háčků za jeden měsíc} = \text{počet háčků} \cdot \text{cena jednoho háčku} = [\text{Kč}] \quad 11$$

$$\text{cena háčků za jeden měsíc} = 40\,000 \cdot 0,29$$

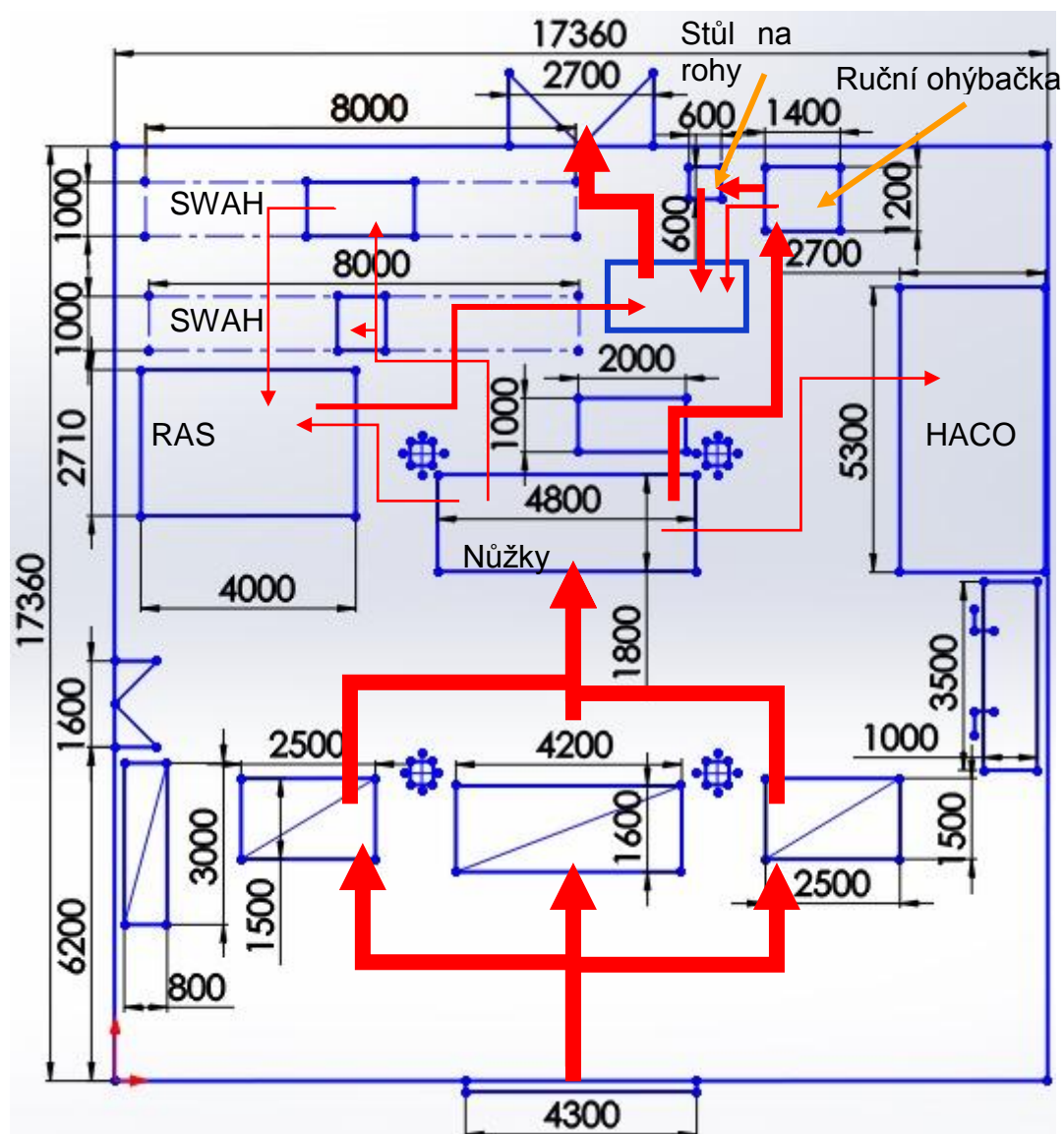
$$\text{cena háčků za jeden měsíc} = \mathbf{11\,600 \text{ Kč}}$$

5 VÝBĚR VHODNÉ VARIANTY

Ze dvou navržených variant v rámci této diplomové práce, jsem se rozhodl při výběru vhodné varianty řešení současného stavu linky, pro kombinaci variant. Je sice potřeba investovat do části této linky pro zajištění plynulosti výroby, nicméně některé prvky na této lince je možné pouze inovovat k dosažení lepších výsledků. Výslednou variantou je tudíž propojení těchto dvou variant.

5.1 LAY OUT pro halu A

Jako nový lay out pro halu jsem zvolil variantu č. 2. U této varianty byl pohyb mezi pracovišti snížen na minimum, které nám dovolují prostory haly A. Dále navrhuji koupi nástavců na stroj HACO, pro efektivnější vyrábění zaoblených profilů.



Obr. 5.1 Nově zvolený LAY OUT pro halu A se Sankeyovým diagramem.

5.2 Vodní paprsek

Mezi dvěma vodními paprsky, od kterých jsem dostal nabídku, vybírám PTV Uni Jet. Tento vodní paprsek má vyšší pracovní rychlost i výšku v ose Z. Neméně důležitým faktorem je také cena, ve které je rozdíl přes dva milióny korun. Další výhodou je fakt, že je to česká firma. V případě potřeby nebo nouzovému stavu, dorazí servis PTV rychleji. K vodnímu paprsku PTV jsem z jeho dvou zásobníků vybral ten větší. Operátor nebude nucen tak často zásobník doplňovat, takže bude mít více času na kontinuální provoz.



Obr. 5.2 Zvolený PTV Uni Jet[11].

Tab. 5.1 Vodní paprsek-stůl.

Celková cena	3 375 000
Vnější rozměry stolu	
Osa X	5 600 mm
Osa Y	4 206 mm
Osa Z	2 860 mm
Efektivní rozměry stolu v režimu 2D	
Osa X	4 000 mm
Osa Y	2 000 mm
Osa Z	200 mm
Rozsah pracovních rychlostí	
přejezdová	0 ÷ 35 000 mm/min
pracovní	0 ÷ 22 000 mm/min
Maximální zatížení [kg]	500 kg/m ²



Obr. 5.3 Vysokotlaké čerpadlo PTV JETS 3,8/60 Classic [11].

Tab. 5.2 Vysokotlaké čerpadlo PTV JETS 3,8/60 Classic.

Vysokotlaké čerpadlo PTV JETS 3,8/60 Classic	
Řízení	PLC
Max. pracovní tlak	415 Mpa
Elektrický příkon	37 kW (50HP) 80A
Množství řezací vody	3,8 l/min
Elektromotor	Siemens
Hydraulické čerpadlo	Parker
Rozsah regulace provozního tlaku	0 ÷ 410 Mpa



Obr. 5.4 Tlakový podavač abraziva [11].

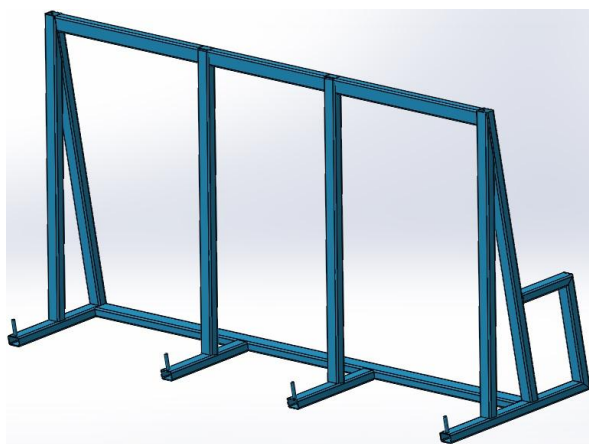
Tab. 5.3 Tlakový podavač abraziva.

Tlakový podavač abraziva	
Celkový objem	1 000 kg
Objem horní násypky	95 l
Objem dolního zásobníku	10 l
Pracovní tlak	2,5 ÷ 5 bar
Rozměry	800 x 800 x 1 200 mm

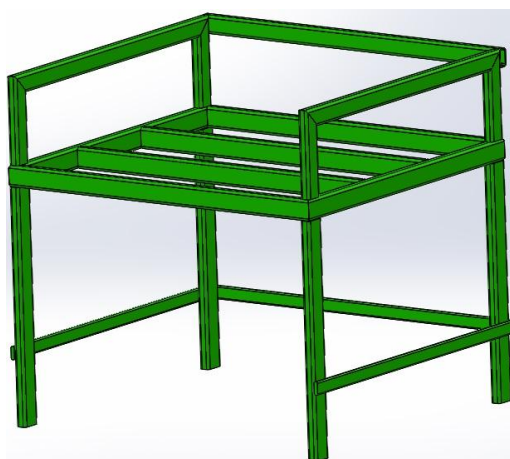
5.3 Návrh manipulační a skladovací techniky

Skladovací plochu k vodnímu paprsku jsem se rozhodl zkombinovat. Regály budou vhodnější pro skladování tabulí plechů. Maximální kapacity dosahují oproti paletám o 50 ks. Navíc skladovací plocha oproti paletám je skoro poloviční.

Jediným prostoje m oproti paletám je fakt, že tabule jsou třeba přeskládat z palet do regálů. Vzhledem k tomu, že ale většina plechů bude z odřezků z haly A, tento problém nastane minimálně. V případě objednání tabule je až do rozměru 4000 x 1500 mm k dispozici paleta za vraty k vodnímu paprsku kde vysokozdvizhý vozík dokáže tuto paletu dovést.



Obr. 5.5 Regál na tabule plechu.



Obr. 5.6 Regál pro abrazivo.

Regál na tabule plechu = 6 367 Kč

Regál na abrazivo = 7 351 Kč

Při rozhodování, který z jeřábů vybrat, jsem se zaměřil na maximální využití. Ceny jsou navíc srovnatelné. Dle mého názoru by byl vhodnější jeřáb, který by se mohl pohybovat po celém skladu. Nicméně se jedná o starou zástavbu, u které by strop nemusel udržet I-profil s jeřábem. Proto volím jistější variantu otočného regálu, který bude plnit účel. Výhodou těžších plechů je i to, že je můžeme navést bokem přímo k vodnímu paprsku. Maximální zatížení vodního paprsku je 500 kg/m². Tudíž se bude jednat vždy o hmotnosti do 1000 kg. Hák samozřejmě splňuje normu IP55 tzn., může být používán i v prostorách, kde se pravidelně používá tryskající voda a míra prašnosti je stanovena jako lehká.

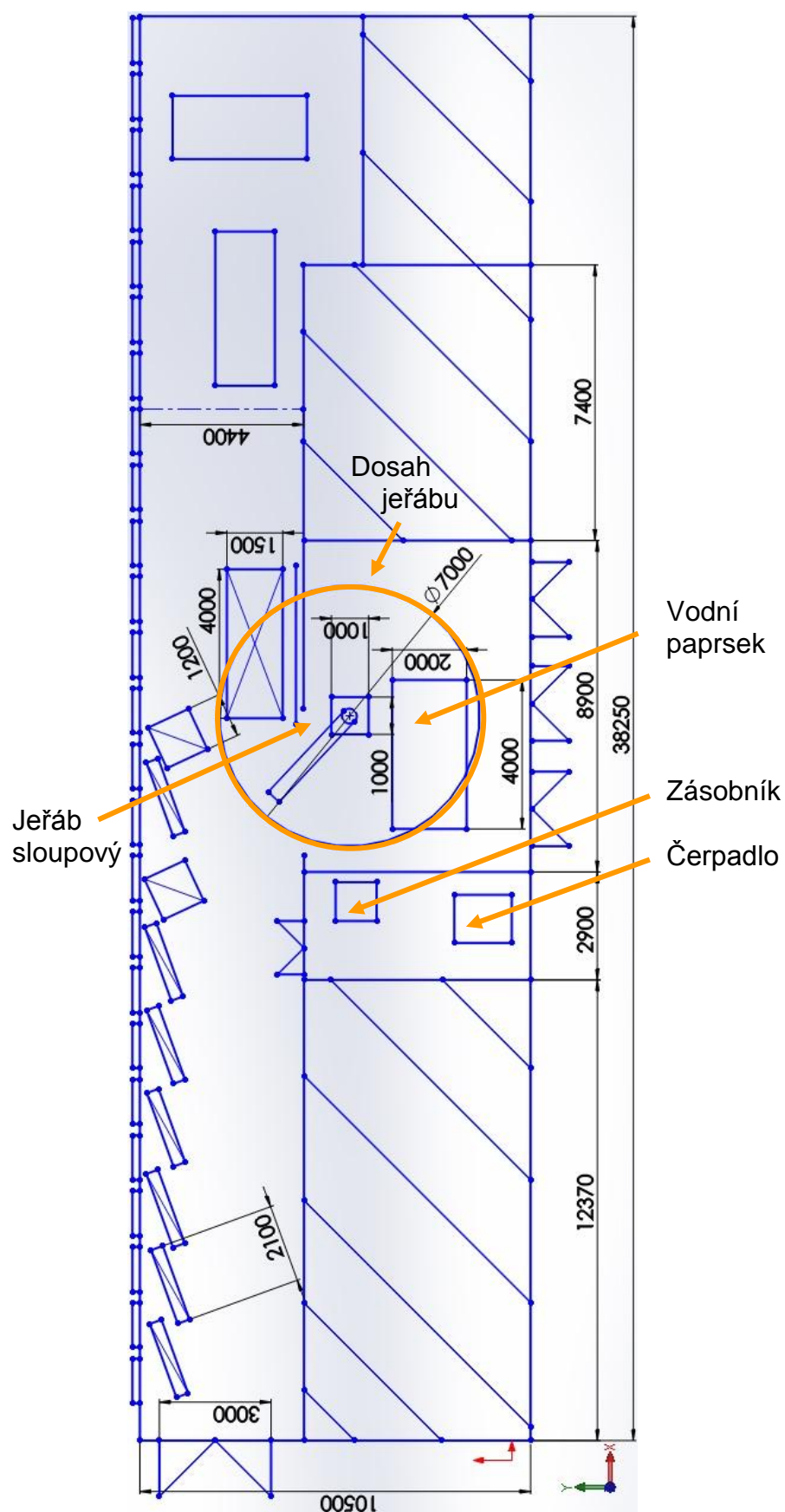


Obr. 5.7 Ilustrační obrázek sloupového otočného jeřábu [13].

Tab. 5.4 Sloupový otočný jeřáb.

Nosnost	1 000 kg
Vyložení	3 500 mm
Výška	2 800 mm
Kladkostroj	LIFTKET Star 071/53
Otáčení výložníku	manuální
Způsob ovládání	závěsný ovladač XACA
Výroba a montáž	81 800 Kč
Kladkostroj a ovladač	69 500 Kč
Dokumentace, stat. výpočet, revize, doprava	10 600 Kč
Cena celkem	161 900 Kč

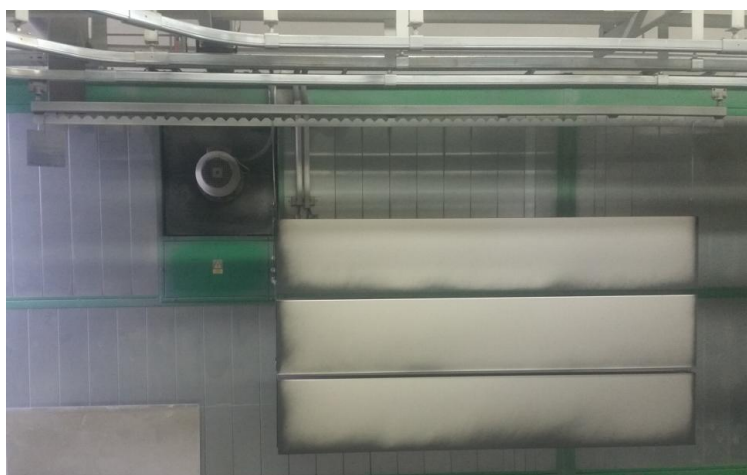
U ručních manipulátorů jsem nevybral ani jeden vzhledem k vyřešené situaci. V případě, že by se ukázal časem jako vhodná pomůcka, volil bych stěhovací hák. A to z důvodu toho, že magnetický ruční manipulátor nemůže vzít hliník, který tvoří většinový materiál na lince. Vzduchový by byl náchylný na prach, který vzniká z abraziva, a proto by se mohla vzduchová přísavka uvolnit.



Obr. 5.8 Navržená kombinace dvou variant.

5.4 Návrh nového uspořádání věšení komponentů na dopravníky po tryskání

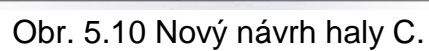
Vzhledem k malému prostoru haly s omezenými možnostmi, navrhuji zaškolení zaměstnanců v systému věšení krycích plechů na závěsné dopravníky. Věsit krycí plechy vždy na bližší stranu závěsného dopravníku směr k lakovacímu boxu. Takto zavěšený krycí plech se více zasune do lakovacího boxu, a tudíž dojde k uvolnění posuvného dopravníku.



Obr. 5.9 Navržené věšení.

5.5 Rozšíření plochy pro chlazení a balení komponentů

Do navrhované varianty také začleňuji rozšíření pracoviště pro balení i chlazení plechů po vyjetí z pece. Vzhledem s navyšující se poptávkou je toto opatření nutné. Tímto zredukuji kritické místo, kdy komponenty nestihnou zchladnout do doby, než vyjede z pece další várka, která není kde vyvést na zchlazení. V případě dále rostoucí poptávky, bych navrhoval zcela novou halu krycích plechů.



Obr. 5.10 Nový návrh haly C.

5.6 Repasy vozíků pro manipulaci mezi halami

Vzhledem k nevzrůstající poptávce, ale také po čím dál vyšší kvalitě, navrhuji do investice začlenit silikonové krytky, které mají odolné vlastnosti a vydrží dlouho.



Obr. 5.11 Silikonové chráničky [17].

5.7 Vyřešení problémů závěsných háčků pro lakování a pálení

Navrhuji vlastní výrobu stroje na stříhání háčků z drátu v roli. Který nám ohne přímo požadovaný tvar a díky tomu bude moci používat háček pouze jednou. Tímto se navýší kvalita, jelikož na háčku nebude zůstat vrstva laku, ulamuje větší část lakované plochy, než při prvním použití, Předpokládaná cena stroje je **90 000 Kč**. Zjednodušený technologický postup návrh operací stroje je v příloze 6.

6 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

6.1 Celková cena investice

Tato kapitola je nedílnou součástí každého návrhu inovace v podniku. Pomocí celkové ceny investice a ušetřeného množství finančních prostředků lze vypočítat návratnost dané investice. Pomocí návratnosti zjistíme, zda je vůbec daná varianta, ať jakkoli dobrá, vhodná a realizovatelná pro daný podnik. Optimální doba návratnosti je $1 \div 3$ roky. Dále je to pak individuální a záleží na mnoha faktorech. Zda je to technologicky nutná investice, ale také i to, zda se danou investicí chrání životní prostředí

Tab. 6.1 Tabulka investice.

Položka	Cena [Kč]
Nový LAY OUT pro halu A	3 680
Vodní paprsek PTV	3 375 000
Regál na tabule plechu	7 890
Regál na abrazivo	9 640
Sloupový otočný jeřáb	161 900
Změna zavěšení krycích plechů	1 170
Rozšíření haly C pro balení a chlazení	300 000
Silikonové chráničky na vozíky	16 800
Nový stroj na háčky	90 000
Celková cena investice	3 966 080

Tato celková cena investice se může ještě změnit v závislosti na některých faktorech. Například vývoj nového stroje na háčky se může zjednodušit, popřípadě protáhnout. Dále pak cena chrániček je stále v jednání. V konečném důsledku se výsledná cena investice bude měnit maximálně v řádech deseti tisíců.

6.2 Celková roční úspora včetně nově vzniklých zisků

Tab. 6.2 Tabulka úspory.

Položka	Cena [Kč]
Celkové platby kooperacím	346 788
Celková platba za háčky	139 200
Pronájem vodního paprsku	2 421 000
Rozšíření portfolia výroby	+
Zvýšení konkurenceschopnosti	+
Celková roční úspora	2 906 988

6.2.1 Celková platba za háčky

$$\text{cena háčků za jeden měsíc} = \text{počet háčků} \cdot \text{cena jednoho háčku} = [\text{Kč}] \quad 12$$

$$\text{cena háčků za jeden měsíc} = 40\,000 \cdot 0,29$$

$$\text{cena háčků za jeden měsíc} = \mathbf{11\,600\,Kč}$$

$$\text{cena háčků za rok} = \text{cena háčků za jeden měsíc} \cdot \text{počet měsíců} = [\text{Kč}] \quad 13$$

$$\text{cena háčků za rok} = 11\,600 \cdot 12$$

$$\text{cena háčků za rok} = \mathbf{139\,200\,Kč}$$

6.2.2 Pronájem vodního paprsku

Pro vlastní účely budou využívány dvě směny. Třetí směna bude sloužit k pronájmu vodního paprsku. Mimo jiné bude vodní paprsek využíván firmou i pro jiné linky, nástrojárnu, konstrukci a dalších částí firmy. Tento výpočet je pouze orientační. Může nastat situace, kdy nebude 100% poptávka po pronájmu vodního paprsku. Ale také variant, kdy bude poslední směna využívána pro jiné linky ve firmě. Tudíž dojde také k šetření. Roční časový fond jsem vypočítal z odečtení víkendů a svátků. Dovolenu operátora nelze započítat. Stroj nebude přes operátorovo volno stát.

Tab. 6.3 Informace k vodnímu paprsku.

Roční časový fond stroje	269 dní
Hodinová sazba pronájmu vodního paprsku	1 200 Kč

$$\text{Počet hodin za rok} = \text{počet hodin za směnu} \cdot \text{roční časový fond stroje} = [\text{hod}] \quad 14$$

$$\text{Počet hodin za rok} = 7,5 \cdot 269$$

$$\text{Počet hodin za rok} = \mathbf{2\,017,5\,hod}$$

$$\text{Zisk z pronájmu} = \text{počet hodin za rok} \cdot \text{Hodinová sazba pronájmu} = [\text{Kč}] \quad 15$$

$$\text{Zisk z pronájmu} = 2\,017,5 \cdot 1\,200$$

$$\text{Zisk z pronájmu} = \mathbf{2\,421\,000\,Kč}$$

6.3 Doba návratnosti

$$\text{Doba návratnosti} = \frac{\text{Celkové náklady}}{\text{Celkové zisky}} = [\text{rok}] \quad 16$$

$$\text{Doba návratnosti} = \frac{3\,966\,080}{2\,906\,988}$$

$$\text{Doba návratnosti} = \mathbf{1,36\,roku}$$

Doba návratnosti vyšla přibližně na 1 rok a 4 měsíce. Tato doba návratnosti byla vypočítána s ohledem na pronájem vodního paprsku jednou směnou. Do budoucna se zvažuje 1,5 směny. I kdyby se pronájem snížil, vzroste úměrně tomu výroba jiných komponentů ve firmě pro jiné linky.

7 DISKUZE

Výchozím stavem na lince krycích plechů bylo špatné rozmístění strojů a pracovišť na hale A. Dále pak nevyužívání ohraňovacího stroje HACO, který byl používán pro jiné účely. Nicméně pracoval pouze na jednu směnu a tudíž bylo možné zavést minimálně jednu směnu navíc. Zde bude nutné nakoupit doplňkové nástroje na ohraňování zaoblených profilů krycích plechů. Tyto zaoblené profily byly vždy vyráběny v kooperaci. Postupem času po zaškolení operátora by bylo možné přenést výrobu zaoblených krycích plechů do firmy.

Bočnice ke krycím plechům byly vyráběné v kooperacích. Zde hrozilo riziko kritické situace, kdy by objednávka byla zpožděná. Vzhledem k rozšiřujícímu se portfoliu firmy bylo vhodné zavést novou technologii vodního paprsku do firmy. Nově vzniklý vodní paprsek pokryje kooperaci bočnic pro krycí plechy. Také pokryje další výrobu v kooperaci pro ostatní linky firmy. Navíc sám nabídne volné místo pro pronájem vodního paprsku ostatním firmám. Pro vodní paprsek je nutné abrazivo, které tvoří s vodou řeznou směs. Pro množstevní slevu zde bylo nutné vymyslet regál na abrazivo, které je baleno po jedné tuně. Pro tento statický výpočet jsem použil systém SolidWorks Simulation, který potvrdil bezpečnost konstrukce včetně dynamický rázů.

Poslední hala C hlavní linky má kritické pracoviště chlazení krycích plechů a komponentů po vyjetí z pece. Komponenty nedosahovaly teploty, při které by byla možná ruční manipulace, dříve než vyjely z pece další. Proto zde bylo nutné rozšířit kapacitu závěsných kolejí pro zchlazení dopravníků z původních 9 míst na 22. Toto vybudování přístavku pro chlazení a balení zaručí, že bude místo před pecemi pro výjezd dalších komponentů z pece.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zpracování optimalizace toku materiálu linkou, navrhnout nové rozmístění pracovišť haly A, převést kooperační výrobu do firmy a tím zvětšit její nezávislost na ostatních firmách.

Úvodní kapitola obsahuje teorii, která byla následně použita při řešení jednotlivých dílčích problémů. Dále se v ní nachází představení samotné firmy i jejího portfolia.

V další dvou kapitolách je popsán současný stav všech čtyř hal linky krycích plechů. Každá hala je rozepsána zvlášť včetně jejího strojního vybavení a u haly A i šachovnicové tabulky a Sankeyova diagramu.

Čtvrtá kapitola obsahuje dva návrhy řešení stávajících problémů linky krycích plechů. První varianta je zaměřena hlavně na implementaci nových prvků. Ve druhé variantě byly použity návrhy inovací pracovišť s minimální investicí.

V předposlední kapitole jsem vhodnou kombinací obou návrhů vytvořil optimální řešení linky krycích plechů.

Poslední kapitola obsahuje ekonomické zhodnocení celé investice. Přičemž celková cena investice je 3 966 080 Kč. Roční úspora vzniklá na základě této optimalizace je 2 906 988 Kč. Spolu s možností rozšíření portfolia v celé firmě, zvýšení konkurenceschopnosti a návratností celé investice do jednoho roku a čtyř měsíců, je dle mého názoru nutnou a zároveň bezpečnou investicí do linky krycích plechů s rostoucí poptávkou po jejich výrobcích.

V závěru diplomové práce nalezneme diskuzi o shrnutí hlavních problémů linky krycích plechů.

ODKAZY

1. CEMPÍREK, V. Technologie ložných a skladových operací. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000. 73 s. ISBN 80-7194-287-1.
2. ČUJAN, Z. Výrobní a obchodní logistika. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně - Fakulta technologická, 2010. 71 s. ISBN 978-80-7318-906-8.
3. HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
4. HLAVENKA, B. Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem. 4. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 163 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
5. KOŠTURIK, J., GREGOR, M., MIČIETA B., MATUSZEK, J. Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. 397 s. ISBN 9788071005537.
6. SMETANA, J. Projektování technologických pracovišť. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1990. 195 s. ISBN 80-7078-033-9.
7. ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
8. ISOTRA. [online]. [cit: 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.isotra.cz/prospekty-produktu>
9. ISOTRA. [online]. [cit: 2015-04-16]. Dostupné z: <http://www.isotra.cz/nastrojarna>
10. ISOTRA. [online]. [cit: 2015-05-08]. Dostupné z: <http://www.isotra.cz/vyroba-komponentu>
11. PTV [cit: 2015-01-13]. Cenová nabídka firmy PTV.
12. FLOW [cit: 2015-02-12]. Cenová nabídka firmy FLOW.
13. Procházka MP s.r.o. [online]. [cit: 2015-05-15]. Dostupné z: <http://www.prochazka-mp.cz/nase-produkty/manipulacni-prostredky/jeraby/sloupove-otocne-jeraby/sloupovy-otocny-jerab-ssk-gsx/>
14. MAGSY. [online]. [cit: 2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.magsy.cz/24816-magneticky-prenasec-plechu>
15. REO AMOS s.r.o. [online]. [cit: 2015-05-02]. Dostupné z: <http://www.reoamos.cz/stehovaci-hak70-cm/d-4570/>

16. UNI-MAX. [online]. [cit: 2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.uni-max.cz/prisavka-jednorucka-100-vp/d/>

17. MATRIX 2000 s.r.o. [online]. [cit: 2015-05-12]. Dostupné z: <http://www.matrix2000.cz/silikonove-ucpavky-a-krytky-otvoru-a-sroubu-silikonove-zatky-silikonove-hadice-silikonove-trubicky/silikonove-hadice-star>

SEZNAM ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
BOZP	[-]	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
IPŘL	[-]	Institut pro řízení logistiky
JIT	[-]	Just in time
LAY OUT	[-]	Rozmístění pracovišť
RPŘL	[-]	Rada pro řízení logistiky
TUL	[-]	Transport, Umschlag und Lagerungsprozesse
		(Doprava, manipulace a skladovací procesy)

PŘÍLOHY

Příloha 1: Regál na tabule plechů

Příloha 2: Regál na abrazivo

Příloha 3: Přehled vyráběných profilů

Příloha 4: Celkové schéma stávající

Příloha 5: Celkové schéma nové

Příloha 6: Zjednodušený technologický postup

